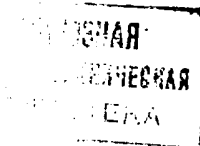




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (61) 1249329  
(21) 4350655/25-28  
(22) 30.11.87  
(46) 15.07.89. Бюл. № 26  
(72) В.А.Протопопов, Ю.К.Романовский,  
Е.В.Кожушаная и Ю.Н.Жуков  
(53) 531,717(088,8)  
(56) Патент США № 3898838,  
кл. G 01 N 29/04, 1975,  
Патент США № 4470307,  
кл. G 01 N 29/04, 1984.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 1249329, кл. G 01 B 17/02, 1986.

(54) УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР  
(57) Изобретение относится к неразрушающему контролю ультразвуковым методом и может быть использовано для измерения толщины различных сложнопрофилированных изделий в машиностроении, авиастроении и судостроении. Целью изобретения является повышение достоверности контроля, автоматизации процесса измерения и повышение

2  
производительности за счет автоматического фиксирования результата измерений в момент совпадения положения акустической оси приемно-передающего преобразователя с нормалью к поверхности изделия в течение одного цикла качания. Использование узла сканирования и схемы формирования сигналов разрешения вывода информации на индикацию и регистратор и управления углом наклона приемно-передающего преобразователя, состоящей из двух одновибраторов, коммутатора, пикового детектора, усилителя постоянного тока, компаратора, двух триггеров, схемы совпадения и блока управления, позволяет для крупногабаритных сложнопрофилированных изделий регистрировать в каждой точке измерений только одно значение толщины, которое является наиболее достоверным, так как получено при нормальном вводе ультразвуковых колебаний в изделие. 2 ил.

Изобретение относится к неразрушающему контролю ультразвуковым методом и может быть использовано для измерения толщины различных сложнопрофилированных изделий в машиностроении, авиастроении и судостроении и является усовершенствованием ультразвукового толщиномера по авт. св. № 1249329.

Цель изобретения - повышение достоверности контроля, автоматизации процесса измерения и повышение производительности за счет автоматичес-

кого фиксирования результата измерений в момент совпадения положения акустической оси приемно-передающего преобразователя с нормалью к поверхности изделия в течение одного цикла качания.

На фиг.1 представлена структурная схема толщиномера; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие его работу.

Толщиномер содержит последовательно соединенные синхронизатор 1, генератор 2 зондирующих импульсов, приемно-передающий преобразователь 3, из-

лучающий ультразвуковые импульсы через иммерсионную жидкость 4 в контролируемое изделие 5 и принимающий отраженные сигналы, и усилитель 6, первый компаратор 7 отраженного эхо-импульса и схему его стробирования, состоящую из первого одновибратора 8, вход которого подключен к выходу синхронизатора 1, первого триггера 9, второй вход которого подключен к выходу первого одновибратора 8, и первой схемы 10 совпадения, первый вход которой соединен с первым входом первого триггера 9 и выходом компаратора 7, второй вход - с выходом первого триггера 9, второй компаратор 11 второго отраженного импульса и аналогичную схему стробирования, состоящую из второго одновибратора 12, вход которого подключен к выходу первой схемы 10 совпадения, второго триггера 13 и второй схемы 14 совпадения, третий компаратор 15 третьего отраженного импульса и аналогичную схему его стробирования, состоящую из третьего одновибратора 16, вход которого подключен к выходу второй схемы 14 совпадения, третьего триггера 17 и третьей схемы 18 совпадения, последовательно соединенные генератор 19 импульсов заполнения, интерполяционный измеритель 20 временных интервалов (ИИВИ), второй вход которого подключен к выходу второй схемы 14 совпадения, третий вход - к выходу третьей схемы 18 совпадения, четвертый вход - к входам "Установка 0" первого, второго и третьего триггеров 9, 13 и 17 соответственно и выходу синхронизатора 1, и цифровой индикатор 21, последовательно соединенные четвертый одновибратор 22, вход которого подключен к выходу второго одновибратора 12, коммутатор 23, цифровой детектор 24, усилитель 25 постоянного тока, четвертый компаратор 26, четвертый триггер 27, четвертую схему 28 совпадения и пятый одновибратор 29, последовательно соединенные блок 30 управления, пятый триггер 31 и узел 32 сканирования, механически связанный с приемно-передающим преобразователем 3, и регистратор 33, вход которого подключен к выходу ИИВИ 20, второй вход коммутатора 23 подключен к выходу усилителя 6, второй вход цифрового детектора 24 подключен к второму выхо-

ду блока 30 управления, второй вход четвертого компаратора 26 подключен к выходу коммутатора 23, вход "Установка 0" четвертого триггера 27 подключен к выходу синхронизатора 1, второй вход четвертой схемы 28 совпадения подключен к выходу пятого триггера 31, третий вход - к второму выходу ИИВИ 20, выход - к вторым входам регистратора 33 и цифрового индикатора 21, выход пятого одновибратора 29 подключен к входу "Установка 1" пятого триггера 31.

Позициями а-п (фиг. 2) обозначены выходы сигналов с блоков ультразвукового толщиномера.

Ультразвуковой толщиномер работает следующим образом.

Синхронизатор 1 (б) запускает генератор 2 зондирующих импульсов и одновибратор 8 устанавливает триггеры 9, 13, 17 и 27 в нулевое состояние, а ИИВИ 20 - в исходное состояние. Генератор 2 зондирующих импульсов возбуждает пьезообразователь 3. Ультразвуковой импульс, излучаемый преобразователем 3, вводится через слой иммерсионной жидкости 4 в измеряемое изделие 5 и, распространяясь в нем, претерпевает многократные отражения от поверхностей. Ультразвуковые (УЗ) колебания, возникающие при этом, принимаются пьезообразователем 3 и преобразуются им в электрические сигналы (в), которые поступают на усилитель 6. Усиленные сигналы поступают на компараторы 7, 11 и 15, каждый из которых имеет свое опорное напряжение  $U_{оп}$ .

Выделение импульсов СТАРТ и СТОП производится следующим образом.

Одновибратор 8 задним фронтом выходного импульса, длительность которого выбирается больше длительности переходных процессов в пьезопреобразователе 3, возникающих под воздействием зондирующего импульса, переводит триггер 9 в единичное состояние, разрешая прохождение импульсов от компаратора 7 через схему 10 совпадения. При этом первый импульс, отраженный от внешней поверхности изделия 5, сравнивается с  $U_{оп1}$ , которое выбирается равным половине амплитуды первого отраженного импульса. На выходе компаратора 7 появляется импульс (г), который проходит через схему 10 совпадения. Задним фронтом этого импуль-

са триггер 9 возвращается в исходное состояние, запрещая прохождение импульсов через схему 10. Единственный импульс (г), прошедший через схему 10, соответствующий первому отраженному эхоимпульсу, запускает одновибратор 12, длительность выходного импульса которого выбирается несколько меньшей времени, соответствующего минимальной измеряемой толщине. По заднему фронту этого импульса триггер 13 переводится в единичное состояние, разрешая прохождение импульсов от компаратора 11 через схему 14 совпадения.  $U_{оп2}$  для компаратора 11 выбирается равным половине амплитуды второго отраженного от внутренней поверхности изделия 5 импульса. Импульс (д) от компаратора 11, соответствующий второму отраженному, проходит через схему 14 совпадения и, кроме того, своим задним фронтом возвращается триггер 13 в исходное состояние, запрещая прохождение импульсов через схему 14 совпадения. Импульс (д), прошедший через схему 14 совпадения, является импульсом СТАРТ для ИИВИ 20. Этот же импульс запускает схему стробирования и выделения импульса СТОП (е), которая состоит из компаратора 15, одновибратора 16, триггера 17, схемы 18 совпадения и работает аналогично предыдущим. Опорное напряжение  $U_{оп3}$  для компаратора 15 устанавливается равным половине амплитуды третьего эхоимпульса. Импульсы СТАРТ и СТОП, временной интервал между которыми соответствует измеряемой толщине, поступают на ИИВИ 20, куда поступает также частота заполнения с выхода генератора 19 импульсов заполнения. Измеренное значение толщины выводится на цифровой индикатор 21 и регистратор 33 по сигналу "Разрешение", который формируется следующим образом.

Сигнал с выхода одновибратора 12 поступает на вход одновибратора 22, который формирует импульс (ж) длительностью, соответствующей диапазону измерения толщины контролируемого изделия. Импульс (ж) поступает на первый вход аналогового коммутатора 23. На второй его вход подаются отраженные сигналы с усилителя 6. С выхода коммутатора 23 снимаются выделенные вторые эхоимпульсы (з), амплитудное значение которых пропорци-

онально исходному, и подаются на вход пикового детектора 24. Величина его выходного сигнала (и) в процессе изменения угла наклона преобразователя 3 относительно нормали к поверхности изделия сложного профиля в дискретной точке замера растет до максимального значения амплитуды вторых эхоимпульсов (з) и заполнителя. Сигнал (и) с выхода пикового детектора 24 через усилитель 25 постоянного тока подается на вход компаратора 26, на второй вход которого подаются вторые эхоимпульсы (з) с выхода коммутатора 23.

При превышении амплитуды вторых эхоимпульсов (з) над сигналом с выхода пикового детектора 24 на выходе компаратора 26 формируются импульсы (к), по которым инверсный выход триггера 27 устанавливается в нулевое состояние и запрещает прохождение импульсов (м) конца одного измерения с ИИВИ 20 через схему 28 совпадения. Когда амплитуда вторых эхоимпульсов (з) начнет уменьшаться и станет ниже сигнала с выхода пикового детектора 24, то на выходе компаратора прохождение импульсов (к) прекратится. Триггер 27 остается в первоначальном состоянии (л), которое установлено сигналом (б) с выхода синхронизатора 1, и совместно с сигналом с выхода триггера 31 разрешает прохождение импульсов (м) конца одного измерения через схему 28 совпадения, на выходе которой формируется сигнал (н) "Разрешение". Этот сигнал поступает на вторые входы цифрового индикатора 21 и регистратора 33 и формирует команду на вывод информации. Кроме того, задержанный одновибратором 29 сигнал (о) "Разрешение" сбрасывает триггер 31, который запрещает дальнейшее прохождение сигналов (н) с выхода схемы 28 совпадения и падает управляющий сигнал на узел 32 сканирования для перевода преобразователя 3 в следующую точку измерения.

Блок 30 управления, в состав которого входит генератор частоты с периодом колебаний, соответствующим длительности полного цикла качания угла наклона преобразователя 3 в одной контролируемой точке, и одновибратор, формирующий узкие импульсы (а) по переднему фронту колебаний генера-

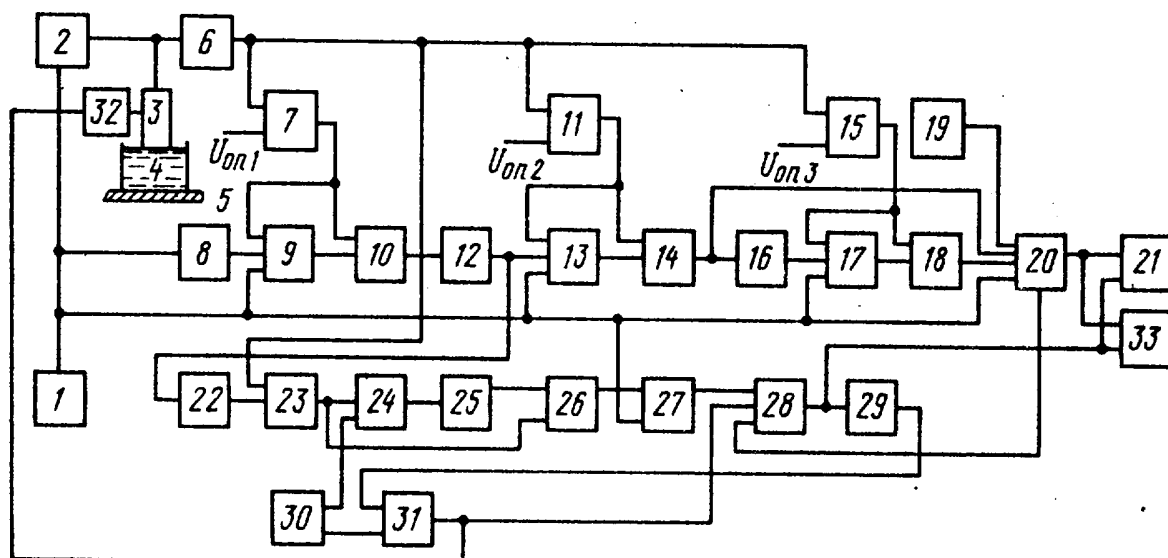
тора частоты, осуществляет подготовку к следующему циклу измерения путем сброса пикового детектора 24 и установки триггера 31 в единичное состояние (п) после окончания предыдущего цикла замера толщины и перевода преобразователя 3 к следующей контролируемой точке. Наклон преобразователя 3 осуществляется в пределах сектора максимально возможных отклонений профиля детали и определяется в основном особенностями технологического процесса формообразования по толщине, например для раскатки  $\pm 1,5^\circ$ .

Таким образом, толщиномер позволяет при измерении толщины сложнопрофилированного изделия автоматически регистрировать в каждой точке контроля одно значение толщины, которое является наиболее достоверным, так как получено при нормальном вводе ультразвуковых колебаний в изделие.

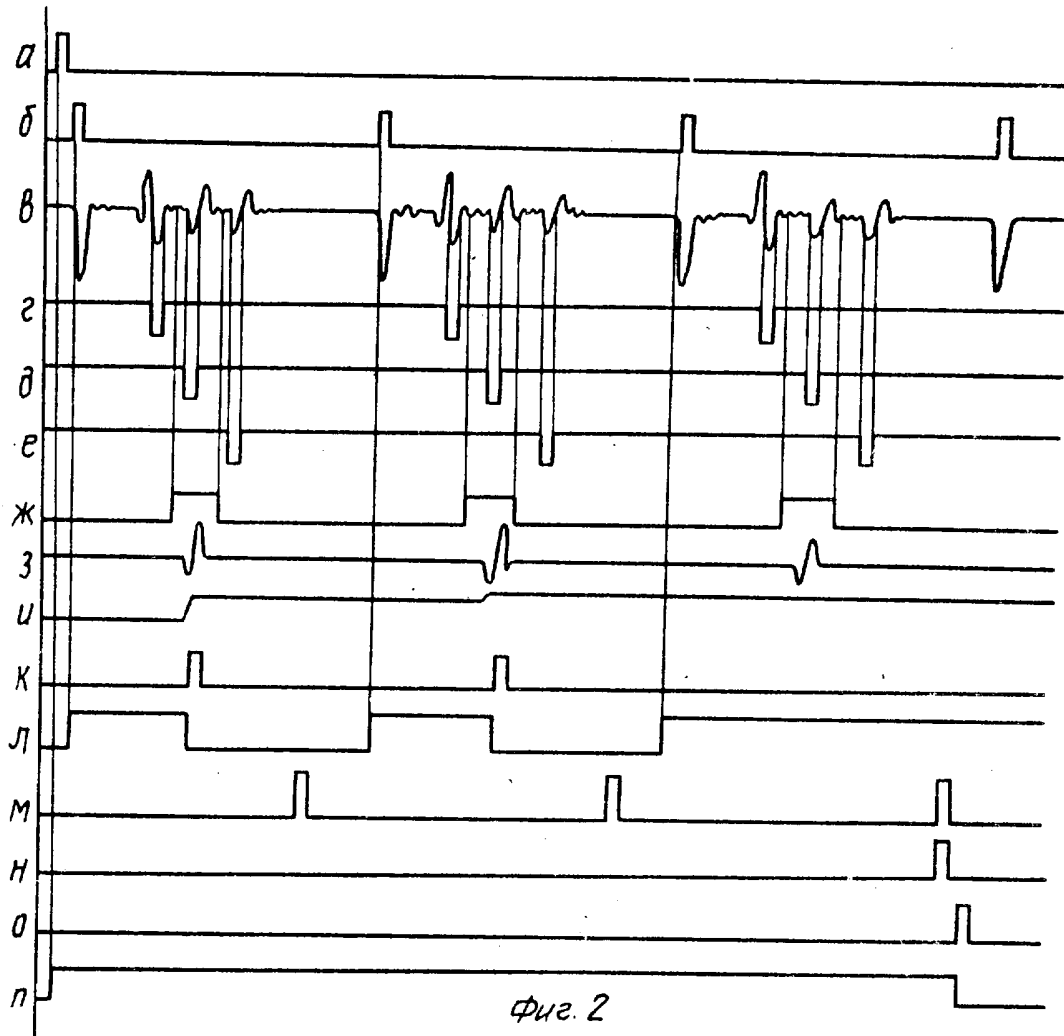
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Ультразвуковой толщиномер по авт. св. № 1249329, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности контроля, автоматизации процесса измерения и повышения производительности, он снабжен

последовательно соединенными четвертым одновибратором, коммутатором, пиковым детектором, усилителем постоянного тока, четвертым компаратором, четвертым триггером, четвертой схемой совпадения и пятым одновибратором, последовательно соединенным блоком управления, пятым триггером и узлом сканирования, механически связанным с приемно-передающим преобразователем, и регистратором, вход которого подключен к выходу интерполяционного измерителя временных интервалов, вход четвертого одновибратора подключен к выходу второго одновибратора, второй вход коммутатора подключен к выходу усилителя, второй вход пикового детектора подключен к второму выходу блока управления, второй вход четвертого компаратора подключен к выходу коммутатора, R-вход четвертого триггера подключен к выходу синхронизатора, второй вход четвертой схемы совпадения подключен к выходу пятого триггера, третий вход - к второму выходу интерполяционного измерителя временных интервалов, выход - к вторым входам регистратора и цифрового индикатора, а выход пятого одновибратора подключен к S-входу пятого триггера.



Фиг. 1



Редактор М. Бандура      Составитель В. Белозеров      Корректор М. Васильева  
 Техред А. Кравчук

Заказ 4090/38      Тираж 683      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101