



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1520332 A1**

(51) 4 G 01 B 17/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4378015/25-28
(22) 16.02.88
(46) 07.11.89. Бюл. № 41
(71) Киевский институт автоматики
им. XXV съезда КПСС
(72) А.И.Ришан
(53) 531.717.1:534.6 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 994911, кл. G 01 B 17/02, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 1397730, кл. G 01 B 17/02, 07.01.87
(54) СПОСОБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРЕ-
НИЯ ТОЛЩИНЫ ДВИЖУЩЕЙСЯ ЛЕНТОЧНОЙ ЗА-
ГОТОВКИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕ-
СТВЛЕНИЯ
(57) Изобретение относится к измери-
тельной технике и может быть исполь-
зовано для непрерывного бесконтакт-
ного измерения толщины движущихся
ленточных заготовок, изготовленных
из материалов с большим коэффициен-
том затухания ультразвуковых колеба-
ний в них. Целью изобретения являет-
ся повышение точности измерения.

Изобретение относится к измеритель-
ной технике и может быть использовано
для непрерывного бесконтактного из-
мерения толщины движущихся ленточных
заготовок, изготовленных из материа-
лов с большим коэффициентом затухания
ультразвуковых колебаний в них.

Целью изобретения является повы-
шение точности измерения.

На фиг. 1 приведена блок-схема
ультразвукового устройства для изме-
рения толщины движущейся ленточной
заготовки; на фиг. 2 и 3 - принципи-

2
Излучают два непрерывных ультразвуко-
вых сигнала близких частот, вызываю-
щих возникновение пространственных
биений между поверхностями блока
ультразвуковых преобразователей и кон-
тролируемой заготовки, принимают
отраженный от поверхности заготовки
сигнал, устанавливают блок ультразву-
ковых преобразователей на исходном
расстоянии, контролируя это расстоя-
ние по принятому сигналу. Нахождение
блока ультразвуковых преобразовате-
лей на исходном расстоянии определя-
ют по изменению рабочей частоты при-
нятого сигнала. При изменении толщи-
ны заготовки блок ультразвуковых
преобразователей автоматически пере-
мещается на ту же величину с помощью
механического узла с шаговым двигате-
лем. Толщина определяется по количе-
ству отработанных при этом шаговым
двигателем импульсов. 2 с.п. и 1 з.п.
ф-лы, 3 ил.

альные схемы соответственно синхрони-
затора и блока управления шаговым
двигателем с генератором импульсов,
демодулятором и блоком временной за-
держки.

Способ ультразвукового измерения
толщины движущейся ленточной заготов-
ки заключается в следующем.

Озвучивают поверхность заготовки
с помощью блока ультразвуковых пре-
образователей, излучатель-приемник
которого располагают в одной плоско-
сти параллельно поверхности контроли-

(19) **SU** (11)

1520332 A1

руемой заготовки, в непрерывном режиме одновременно двумя близкими по частоте ультразвуковыми колебаниями с образованием пространственных биений между поверхностью заготовки и плоскостью излучения-приема блока ультразвуковых преобразователей принимают отраженный сигнал от поверхности контролируемой заготовки. Определяют исходное расстояние $H_{исх}$ между плоскостью излучения-приема блока ультразвуковых преобразователей и поверхностью заготовки по формуле

$$H_{исх} = \frac{L}{m},$$

где $L = \frac{2\pi}{|K_1 - K_2|}$ - длина периода пространственных биений;

K_1, K_2 - волновые числа компонент двух озвучивающих ультразвуковых колебаний;

$m \leq \frac{L}{H_0}$ - целое положительное число, кратное количеству $H_{исх}$, укладываемых на расстоянии L ;

$H_0 = \frac{D_u + 2(D_n + \delta)}{4 \operatorname{tg} \alpha}$ - минимальное расстояние между плоскостью излучения-приема блока ультразвуковых преобразователей и поверхностью заготовки, при котором акустическая энергия, отраженная от поверхности заготовки, достигает приемного преобразователя;

D_u, D_n - диаметры излучающего и приемного преобразователей;

δ - зазор акустической развязки между излучающим и приемным преобразователями;

α - угол расхождения излучения, зависящий от па-

раметров излучающего преобразователя и среды,

и выводят блок ультразвуковых преобразователей на это расстояние с помощью механического узла с шаговым двигателем.

При озвучивании одновременно сигналами двух частот F_1 и F_2 на расстояниях, близких значению $H_{исх}$, происходит дискретное изменение рабочей частоты выходного сигнала приемника с частоты F_1 на частоту F_2 или наоборот.

На расстоянии, несколько большем в сторону значения $H_{исх1} = \frac{L}{m-1}$, часто-

та выходного сигнала приемника соответствует только одному значению F_1 или F_2 и не изменяется в пределах изменения расстояния H

$$\frac{L}{m} < H < \frac{L}{m-1}. \quad (1)$$

Аналогичное явление происходит на расстоянии, несколько меньшем в сторону

$H_{исх2} = \frac{L}{m+1}$, когда частота выходного сигнала приемника соответствует одному значению F_2 или F_1 в диапазоне

$$\frac{L}{m+1} < H < \frac{L}{m}, \quad (2)$$

но противоположному тому, которое было на расстоянии, удовлетворяющем условию (1).

Условия (1) и (2) определяют зону захвата акустического тракта измерения, при котором обеспечивается однозначность сигнала приемного преобразователя по частоте знаку изменения расстояния H от значения $H_{исх}$, вызванного изменением толщины заготовки, и соответственно максимально возможное скачкообразное отклонение толщины заготовки от номинального ее значения, которое способно изменить устройство, реализующее предлагаемый способ.

Далее определяют значение частоты сигнала на выходе приемного преобразователя, в соответствии с которым перемещают блок ультразвуковых преобразователей в ту или иную сторону с помощью механического узла с шаговым двигателем. Регистрируют количество

отработанных при этом шаговым двигателем импульсов, по которому определяют толщину заготовки.

Ультразвуковое устройство для измерения толщины движущейся ленточной заготовки содержит блок 1 ультразвуковых преобразователей с механическим узлом 2 его перемещения, последовательно соединенные первый задающий генератор 3, первый генератор 4 ультразвуковой частоты, излучающий преобразователь 5 и приемный преобразователь 6, расположенные в одной плоскости излучения-приема блока 1 ультразвуковых преобразователей, усилитель 7, компаратор 8, блок 9 вычитания частот, демодулятор 10, синхронизатор 11, генератор 12 импульсов, блок 13 управления, шаговый двигатель 14, выходной вал вращения которого связан с механическим узлом 2 перемещения, последовательно соединенные второй задающий генератор 15, связанный также с вторым входом блока 9 вычитания частот, и второй генератор 16 ультразвуковой частоты, выходом подключенный к излучающему преобразователю 5, блок 17 временной задержки, первым входом подключенный к выходу демодулятора 10, а первым выходом связанный с вторым входом генератора 12 импульсов, датчик 18 исходного положения блока ультразвуковых преобразователей, установленный в механическом узле 2, и датчик 19 поиска поверхности заготовки, установленный в блоке 1 ультразвуковых преобразователей, подключенные к второму и третьему входам синхронизатора 11, второй выход которого связан с вторым входом блока 13 управления, блок 20 действительного значения и индикации, счетный вход которого связан с вторым выходом блока 13 управления и четвертым входом синхронизатора 11, а вход предварительной установки - с третьим выходом синхронизатора 11, вход записи результата измерения блока 20 соединен с вторым выходом блока 17 временной задержки, второй вход которого связан с четвертым выходом синхронизатора 11, задатчик 21, подключенный к входу задания подъема блока ультразвуковых преобразователей синхронизатора 11.

Блок 20 действительного значения и индикации состоит из последователь-

но соединенных задатчика 22 предварительной установки, реверсивного счетчика 23 с параллельной записью и цифрового индикатора 24 результата измерений.

На блок-схеме обозначены также контролируемая заготовка (лента) 25 и база 26 измерения (качения или скольжения).

Основу синхронизатора 11 составляет счетчик 27 с дешифратором 28, выходные сигналы которого определяют состояние триггера 29 направления вращения, схемы И 30 и запуска генератора 12 импульсов, а также формирователи импульсов (ФИ), связанные с входом счетчика 27 и обеспечивающие последовательное его переключение, и инвертор 31, выдающий запрещающий сигнал на запуск генератора 12 импульсов от блока 17 временной задержки до окончания вывода блока 1 ультразвуковых преобразователей на расстояние $H_{исх}$.

Основу блока 13 управления вращением шагового двигателя 14 составляет реверсивный двоичный счетчик 32 с дешифраторами 33 и 34 на выходе, обеспечивающий необходимую последовательность чередования импульсов напряжения на фазах шагового электродвигателя 14 при правом и левом вращениях.

Генератор 12 импульсов содержит последовательно соединенные первую схему 2И-НЕ 35, два входа которой являются соответственно входами генератора 12, ключ 36, разрядный резистор 37, емкость 38, второй вывод которой соединен с общей шиной, мультивибратор 39 на транзисторах с дополнительной симметрией, инвертор 40 и вторую схему 2И-НЕ 41, выход которой является выходом генератора 12, зарядный диод 42, анод которого соединен с коллектором ключа 36, а катод соединен с емкостью 38, выход первой схемы 2И-НЕ 35 соединен с вторым входом второй схемы 2И-НЕ 41. Применение приведенного (фиг.3) мультивибратора 39 на транзисторах с дополнительной симметрией позволяет использовать его как управляемый генератор с высоким входным сопротивлением, частота импульсов которого зависит от напряжения на его входе, задаваемого напряжением заряда и разряда емкости 38. Частота импульсов на выходе мультивибратора 39 равна нулю,

отработанных при этом шаговым двигателем импульсов, по которому определяют толщину заготовки.

Ультразвуковое устройство для измерения толщины движущейся ленточной заготовки содержит блок 1 ультразвуковых преобразователей с механическим узлом 2 его перемещения, последовательно соединенные первый задающий генератор 3, первый генератор 4 ультразвуковой частоты, излучающий преобразователь 5 и приемный преобразователь 6, расположенные в одной плоскости излучения-приема блока 1 ультразвуковых преобразователей, усилитель 7, компаратор 8, блок 9 вычитания частот, демодулятор 10, синхронизатор 11, генератор 12 импульсов, блок 13 управления, шаговый двигатель 14, выходной вал вращения которого связан с механическим узлом 2 перемещения, последовательно соединенные второй задающий генератор 15, связанный также с вторым входом блока 9 вычитания частот, и второй генератор 16 ультразвуковой частоты, выходом подключенный к излучающему преобразователю 5, блок 17 временной задержки, первым входом подключенный к выходу демодулятора 10, а первым выходом связанный с вторым входом генератора 12 импульсов, датчик 18 исходного положения блока ультразвуковых преобразователей, установленный в механическом узле 2, и датчик 19 поиска поверхности заготовки, установленный в блоке 1 ультразвуковых преобразователей, подключенные к второму и третьему входам синхронизатора 11, второй выход которого связан с вторым входом блока 13 управления, блок 20 действительного значения и индикации, счетный вход которого связан с вторым выходом блока 13 управления и четвертым входом синхронизатора 11, а вход предварительной установки - с третьим выходом синхронизатора 11, вход записи результата измерения блока 20 соединен с вторым выходом блока 17 временной задержки, второй вход которого связан с четвертым выходом синхронизатора 11, задатчик 21, подключенный к входу задания подъема блока ультразвуковых преобразователей синхронизатора 11.

Блок 20 действительного значения и индикации состоит из последователь-

но соединенных задатчика 22 предварительной установки, реверсивного счетчика 23 с параллельной записью и цифрового индикатора 24 результата измерений.

На блок-схеме обозначены также контролируемая заготовка (лента) 25 и база 26 измерения (качения или скольжения).

Основу синхронизатора 11 составляет счетчик 27 с дешифратором 28, выходные сигналы которого определяют состояние триггера 29 направления вращения, схемы И 30 и запуска генератора 12 импульсов, а также формирователи импульсов (ФИ), связанные с входом счетчика 27 и обеспечивающие последовательное его переключение, и инвертор 31, выдающий запрещающий сигнал на запуск генератора 12 импульсов от блока 17 временной задержки до окончания вывода блока 1 ультразвуковых преобразователей на расстояние $H_{исх}$.

Основу блока 13 управления вращением шагового двигателя 14 составляет реверсивный двоичный счетчик 32 с дешифраторами 33 и 34 на выходе, обеспечивающий необходимую последовательность чередования импульсов напряжения на фазах шагового электродвигателя 14 при правом и левом вращениях.

Генератор 12 импульсов содержит последовательно соединенные первую схему 2И-НЕ 35, два входа которой являются соответственно входами генератора 12, ключ 36, разрядный резистор 37, емкость 38, второй вывод которой соединен с общей шиной, мультивибратор 39 на транзисторах с дополнительной симметрией, инвертор 40 и вторую схему 2И-НЕ 41, выход которой является выходом генератора 12, зарядный диод 42, анод которого соединен с коллектором ключа 36, а катод соединен с емкостью 38, выход первой схемы 2И-НЕ 35 соединен с вторым входом второй схемы 2И-НЕ 41. Применение приведенного (фиг.3) мультивибратора 39 на транзисторах с дополнительной симметрией позволяет использовать его как управляемый генератор с высоким входным сопротивлением, частота импульсов которого зависит от напряжения на его входе, задаваемого напряжением заряда и разряда емкости 38. Частота импульсов на выходе мультивибратора 39 равна нулю,

если емкость 38 заряжена до потенциала $\sim +U_n$, и равна максимальной при разряде емкости 38 до напряжения, равного нулевому потенциалу. Максимальная частота на выходе мультивибратора 39 определяется постоянной времени RC-цепи самого мультивибратора 39 и должна соответствовать номинальной частоте вращения шагового двигателя 14.

Основу блока 14 временной задержки составляют два формирователя импульсов, запускаемые по переднему и заднему фронту перепада выходного сигнала демодулятора 10, два одновибратора OV1 и OV2 (расширители импульсов), подключенные выходами к схеме И 43, схема 2И-ИЛИ-НЕ 44, к входам которой через инверторы подключены формирователи импульсов.

Устройство работает следующим образом.

Механический узел 2 жестко фиксируют над поверхностью базы 26 измерения и параллельно ей. Расстояние Н между поверхностью блока 1 ультразвуковых преобразователей и поверхностью заготовки при максимально возможной ее толщине $h_{\max}$ выбирают из условия

$$H > H_{\text{исх}} + h_{\max}. \quad (1)$$

Задатчиком 21 подъема блока ультразвуковых преобразователей устанавливают необходимое его перемещение вверх после срабатывания датчика 19 поиска поверхности контролируемой заготовки 25 с тем, чтобы после отработки этого перемещения блок 1 ультразвуковых преобразователей находился над поверхностью заготовки 25 на расстоянии $H_{\text{исх}}$.

Задатчиком 22 предварительной установки устанавливают число, при котором после получения результата измерения толщины калиброванной пластины на индикаторе 24 были бы показаны, соответствующие толщине этой пластины.

При включении устройства синхронизатор 11 своим вторым выходом через блок 13 управления и первым выходом через генератор 12 управляет вращением двигателя 14 в направлении перемещения блока 1 ультразвуковых преобразователей в верхнее исходное положение.

При этом происходит открытие ключа 36 в генераторе 12, которое вызы-

вает разряд емкости 38 через резистор 37. Одновременно с разрядом емкости 38 происходит снижение напряжения на управляющем входе мультивибратора 39, приводящее к плавному (пропорционально времени разряда емкости 38) увеличению частоты на его выходе от "0" до максимального значения, соответствующего полному разряду емкости 38. Максимальная частота на выходе мультивибратора 39, определяющая через инвертор 40 и схему И 41 частоту на выходе генератора 12, должна соответствовать номинальной частоте вращения шагового двигателя и определяется постоянной времени RC-цепи самого мультивибратора 39. С ростом частоты следования импульсов на выходе генератора 12 происходит плавный разгон и двигателя 14, и механического узла 2.

Перемещение блока 1 ультразвуковых преобразователей происходит до момента срабатывания датчика 18 исходного положения, который через синхронизатор 11 (его второй вход и первый выход) осуществляет остановку генератора 12 по второму его входу. При этом сигнал на втором входе генератора 12 закрывает ключ 36 (происходит заряд емкости 38 через диод 42 до практически $+U_n$ и остановка мультивибратора 39) и запрещает прохождение импульсов на выход генератора 12 через схему И 41.

Одновременно происходит остановка вращения шагового двигателя 14 и перемещение блока 1 ультразвуковых преобразователей. Датчик 18 через синхронизатор 11 (его третий выход) производит также запись числа предварительной установки задатчика 22 в реверсивный счетчик 23, запись числа задатчика 21 в синхронизатор 11 и через последний (первый его выход) управляет повторным (с плавным нарастанием частоты) запуском генератора 12 и направлением (второй выход синхронизатора 11) вращения шагового двигателя 14 через блок 13 управления, при котором блок 1 ультразвуковых преобразователей опускается к поверхности контролируемой заготовки 25. Одновременно импульсы из блока 13 управления, поступающие на шаговый двигатель 14, поступают с второго выхода блока 13 на вычитающий счетный вход счетчика 23.

При касании датчика 19 поверхности заготовки последний через синхронизатор 11 останавливает генератор 12 и соответственно перемещение блока 1 ультразвуковых преобразователей к контролируемой заготовке 25, осуществляет реверс вращения шагового двигателя и подъем (с плавным разгоном) блока 1 ультразвуковых преобразователей вверх. Высота подъема определяется числом, установленным задатчиком 21. Одновременно число импульсов, обработанное шаговым двигателем 14 и поступающее с второго выхода блока 13 управления, суммируется в реверсивном счетчике 23. Механический узел 2 выполнен так, что обработка шаговым двигателем 14 одного импульса, поступающего из блока 13, соответствует перемещению блока 1 ультразвуковых преобразователей вверх или вниз на 1 мкм. После обработки числа, установленного в задатчике 21, блок 1 ультразвуковых преобразователей находится на расстоянии от поверхности, равном $H_{исх}$. При этом синхронизатор 11 через свой четвертый выход дает разрешение на управление генератором 12 от акустического тракта измерения (на второй вход блока 17 временной задержки поступает сигнал, разрешающий включение схемы И 43).

Одновременно излучающий преобразователь 5 возбуждается по цепи: первый задающий генератор 3 и первый генератор 4 ультразвуковой частоты, а также по цепи: второй задающий генератор 15 и второй генератор 16 ультразвуковой частоты. Частоты задающих генераторов 3 и 15 выбирают близкими, исходя из условия образования пространственных биений, причем частота генератора 15, поступающая на блок 9 вычитания частот (второй его вход), должна быть большей. Регулировкой коэффициентов усиления генераторов 4 и 16 ультразвуковой частоты добиваются примерного равенства напряжений, прикладываемых к излучающему преобразователю 5 от каждого из генераторов 4 и 16. В зоне измерений образуются пространственные биения, которые воздействуют на приемный преобразователь 6. По цепи приемный преобразователь 6 - усилитель 7 - компаратор 8 - блок 9 вычитания частот (первый вход) - демодулятор 10 осуществляется выделе-

ние информационного сигнала об отклонении расстояния между плоскостью излучения-приема блока 1 ультразвуковых преобразователей и поверхностью заготовки 25 от $H_{исх}$.

Если это расстояние равно $H_{исх}$, частота выходного сигнала приемного преобразователя 6 непрерывно и дискретно изменяется в пределах частот задающих генераторов 4 и 15. Соответственно этому разность частот на выходе блока 9 или равна нулю, когда частота выходного сигнала приемника 6 равна частоте генератора 15, или равна разности частот между генераторами 15 и 3, когда частота выходного сигнала приемника 6 равна частоте генератора 3. При этом демодулятор 10 (выход 45) переходит в состояние логической "1", если разность частот равна нулю, или состояние логического "0", если разность частот на выходе блока 9 не равна нулю.

По цепи демодулятор 10 - первый выход блока 17 временной задержки - первый вход генератора 12 осуществляется остановка генератора 12, а также прекращается подача импульсов на первый вход блока 13 управления и соответственно осуществляются остановка и вращение шагового двигателя 14 и перемещения блока 1 ультразвуковых преобразователей. Наличие непрерывного перехода сигнала на выходе демодулятора 10 из логической "1" к логическому "0", соответствующее расстоянию $H_{исх}$, выделяется одновибраторами ОВ1 и ОВ2 блока 17, которые запускаются по переднему и заднему фронту выходного сигнала демодулятора 10 и своими выходными сигналами (логический "0") перекрывают друг друга по времени, запрещают через схему И 43 запуск генератора 12 импульсов. Одновременно импульсы, запускающие одновибраторы ОВ1 и ОВ2, через инверторы и схему 2И-ИЛИ-НЕ 44 поступают на второй выход блока 17 и производят запись текущего значения толщины из счетчика 23 в цифровой индикатор 24.

Если расстояние между поверхностью заготовки 25 и плоскостью блока 1 ультразвуковых преобразователей отличается от расстояния $H_{исх}$, то частота в выходном сигнале приемного преобразователя 6 и состояние демодулятора 10 становятся однозначными в со-

ответствии со знаком отклонения расстояния от $H_{исх.}$ с изменением толщины заготовки 25. Так, например, если уменьшению расстояния (увеличению толщины) соответствует устойчивая частота в выходном сигнале приемника 6, равная частоте генератора 3, то увеличению этого расстояния (уменьшению толщины) соответствует частота в выходном сигнале приемника 6, равная частоте генератора 15, или наоборот. При этом частоты в выходном сигнале приемника 6 сохраняют свое значение в пределах расстояний:

$$\frac{L}{m-1} > H > H_{исх.};$$

$$\frac{L}{m+1} < H < H_{исх.}.$$

Это условие определяет зону захвата акустического тракта измерения, при котором обеспечивается однозначный вывод блока 1 ультразвуковых преобразователей на расстояние $H_{исх.}$ от поверхности заготовки, и соответственно максимально возможные скачкообразные отклонения толщины заготовки 25 от ее номинального значения, которое способно обработать устройство. По цепи прямой выход 43 демодулятора 10 - второй вход блока 13 управления осуществляется задание направления вращения шагового двигателя 14 с тем, чтобы после отработки рассогласования связанного с изменением толщины заготовки, это расстояние соответствовало бы $H_{исх.}$

С увеличением толщины заготовки 25 контролируемое расстояние становится меньше $H_{исх.}$, демодулятор 10 переходит в устойчивое состояние и через блок 17 временной задержки (по истечении времени работы одновибраторов) запускает генератор 12, нарастающие по частоте импульсы которого поступают на блок 13 (первый его вход), и осуществляется плавный разгон двигателя 14.

Одновременно единичный сигнал демодулятора 10 воздействует на второй вход блока 13 управления и задает направление вращения шагового двигателя 14, при котором блок 1 ультразвуковых преобразователей перемещается вверх, происходит суммирование импульсов, поступивших на шаговый двигатель 14, в реверсивном счетчике 23.

Перемещение блока 1 ультразвуковых преобразователей и накопление импульсов в счетчике 23 происходит до тех пор, пока контролируемое расстояние не станет равным $H_{исх.}$, при котором происходит индикация толщины. Снижение толщины заготовки 25 вызывает обратный эффект.

Если при отклонении толщины заготовки 25 в сторону, например, уменьшения (расстояние увеличивается), механический узел 2 перемещает блок ультразвуковых преобразователей в сторону подъема вверх, то необходимо использовать инверсный выход 46 демодулятора 10.

Как видно из зависимости (1) описания осуществления способа и описания работы устройства, расстояние $H_{исх.}$ определяется при выбранном m только длиной L периода огибающей пространственных биений. Так как величина L зависит только от разности волновых чисел K_1 и K_2 каждой из излучаемых частот ультразвуковых колебаний, а излучение и прием обеих частот идет одновременно, одним излучателем (при неизменных частотах задающих генераторов) и одним приемником, т.е. оба излучаемых колебания распространяются в одном и том же акустическом тракте зоны измерения, то приращение волновых чисел K_1 и K_2 (близких между собой и связанных с изменением их длины волны) тоже одинаковы по величине и по знаку, вследствие чего разность волновых чисел по модулю и соответственно длина L практически неизменны, происходит компенсация дестабилизирующих факторов, влияющих на зону измерения, и повышение точности измерений.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ ультразвукового измерения толщины движущейся ленточной заготовки, основанный на излучении и приеме ультразвукового сигнала с помощью излучающего и приемного преобразователей, установленных в блоке ультразвуковых преобразователей на исходном расстоянии от поверхности заготовки, и перемещении в процессе измерений блока ультразвуковых преобразователей на расстояние, равное изменению толщины заготовки, по которому судят о толщине, о т л и ч а

ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности измерения, излучают и принимают ультразвуковые сигналы на двух близких частотах, обеспечивающих возникновение пространственных биений ультразвуковых сигналов между поверхностью заготовки и плоскостью излучения - приема блока ультразвуковых преобразователей, исходное расстояние выбирают из условия:

$$N_{исх} = \frac{L}{m},$$

где $L = \frac{2\pi}{|K_1 - K_2|}$ - длина периода пространственных биений;
 K_1, K_2 - волновые числа компонент двух озвучивающих ультразвуковых колебаний;

$m \leq \frac{L}{H_0}$ - целое положительное число, кратное количеству $N_{исх}$ укладываемых на расстоянии L ;

$H_0 = \frac{D_u + 2(D_n + \delta)}{4 \tan \alpha}$ - минимальное расстояние между плоскостью излучения-приема блока ультразвуковых преобразователей и поверхностью заготовки, при котором акустическая энергия, отраженная от поверхности заготовки, достигает приемного преобразователя;

D_u, D_n - диаметры излучающего и приемного преобразователей;

δ - зазор акустической развязки между излучающим и приемным преобразователями;

α - угол расхождения излучения, зависящий от параметров излучающего преобразователя и среды,

а перемещение блока ультразвуковых преобразователей осуществляют при про падании пространственных биений, вызванном изменением толщины заготовки, до их возникновения.

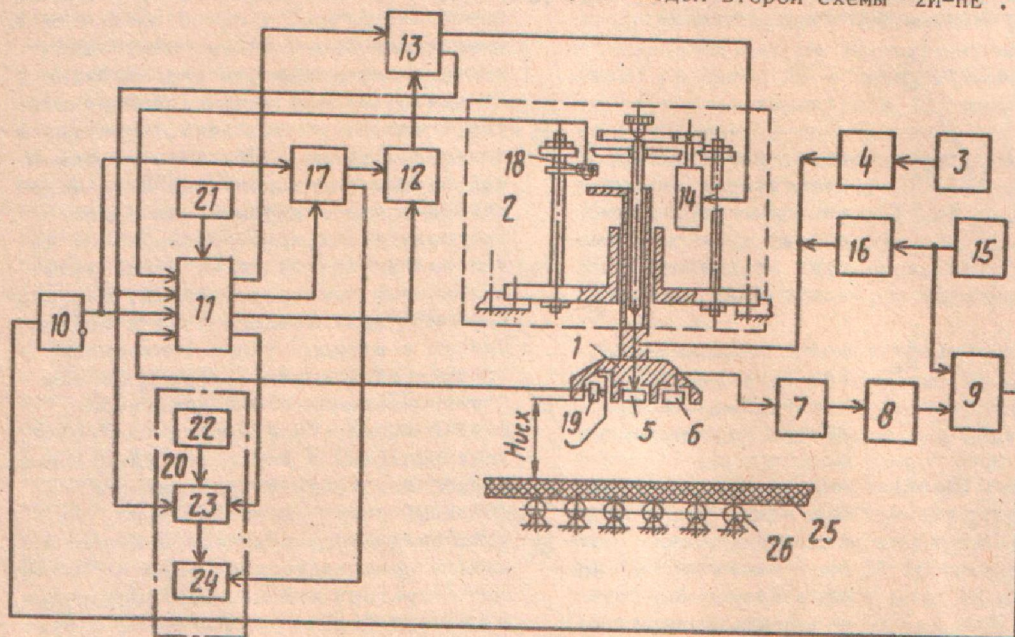
2. Устройство для ультразвукового измерения толщины движущейся ленточной заготовки, содержащее блок ульт-

развуковых преобразователей с механическим узлом его перемещения, последовательно соединенные задающий генератор, генератор ультразвуковой частоты и излучающий преобразователь, размещенный в блоке ультразвуковых преобразователей, последовательно соединенные приемный преобразователь, расположенный в блоке ультразвуковых преобразователей в одной плоскости с излучающим преобразователем, усилитель и компаратор, последовательно соединенные демодулятор, синхронизатор, генератор импульсов, блок управления и шаговый двигатель, выходной вал вращения которого связан с механическим узлом перемещения блока ультразвуковых преобразователей, датчик исходного положения блока ультразвуковых преобразователей, расположенный в механическом узле и подключенный к второму входу синхронизатора, второй выход которого связан с вторым входом блока управления, датчик поиска поверхности заготовки, установленный в блоке ультразвуковых преобразователей и подключенный к третьему входу синхронизатора, блок действительного значения и индикации, входом предварительной записи связанный с третьим выходом синхронизатора, а счетным входом подключенный к второму выходу блока управления и четвертому входу синхронизатора, задатчик подъема блока ультразвуковых преобразователей, подключенный к входу задания подъема блока ультразвуковых преобразователей, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерений, оно снабжено последовательно соединенными вторым задающим генератором и вторым генератором ультразвуковой частоты, выход которого подключен к излучающему преобразователю, блоком вычитания частот, первым входом связанным с выходом второго задающего генератора, а выходом подключенным к входу демодулятора, блоком временной задержки, первым входом подключенным к выходу демодулятора, а первым и вторым выходами связанным соответственно с вторым входом генератора импульсов и входом записи результата измерения блока действительного значения и индикации, вторые входы блоков вычитания частот и временной задержки подключены соответственно к выходу

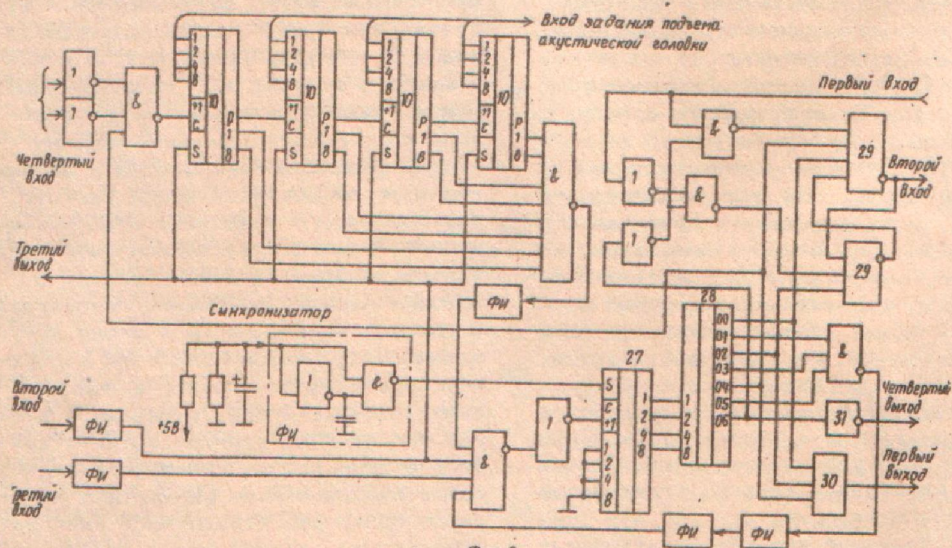
компаратора и четвертому выходу синхронизатора.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности, генератор импульсов выполнен в виде последовательно соединенных первой схемы 2И-НЕ, два входа которой являются соответственно входами генератора импуль-

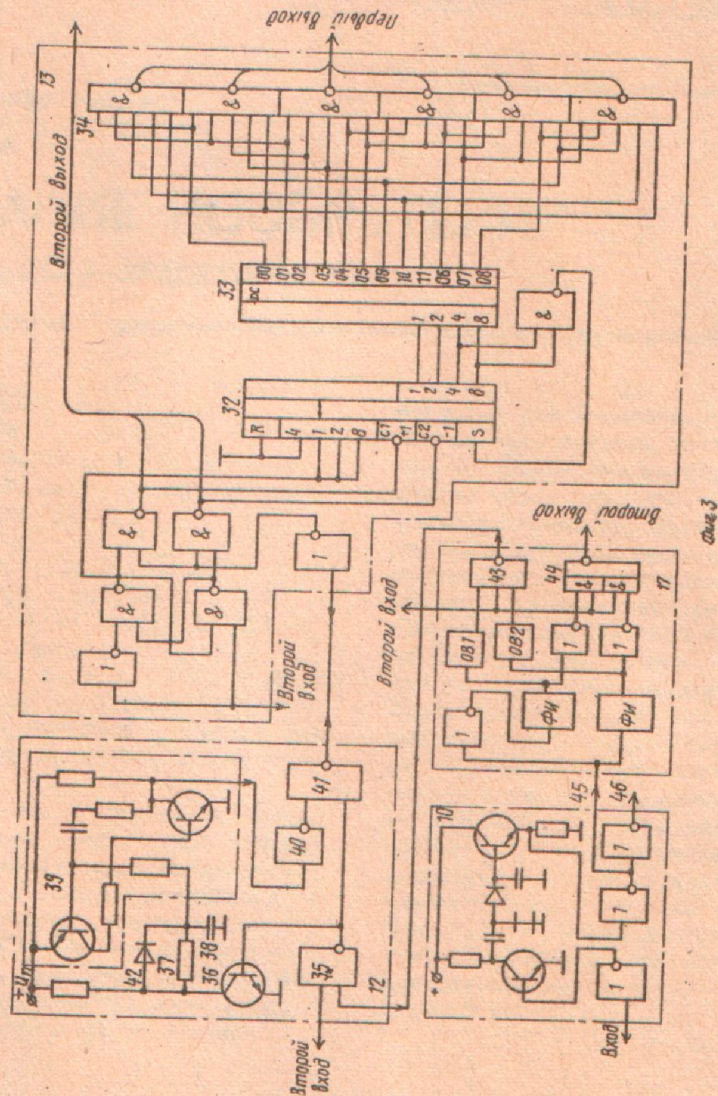
сов, ключа, разрядного резистора, емкости, второй вывод которой соединен с общей шиной, мультивибратора, инвертора и второй схемы 2И-НЕ, выход которой является выходом генератора импульсов, зарядного диода, анод которого соединен с коллектором ключа, а катод соединен с емкостью, выход первой схемы 2И-НЕ соединен с вторым входом второй схемы 2И-НЕ.



Фиг. 1



Фиг. 2



Редактор Е. Папп

Составитель В. Матвеев
Техред М. Ходанич

Корректор О. Луговая

Заказ 6742/40

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