



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1397730 A1

(5D) 4 G 01 B 17/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4175994/25-28
(22) 07.01.87
(46) 23.05.88. Бюл. № 19
(71) Киевский институт автоматики
им. XXV съезда КПСС
(72) А.И.Ришан
(53) 531.717.1 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 913065, кл. G 01 B 17/02, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 1047268, кл. G 01 B 17/02, 1984.
- (54) УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИ-
ЧЕСКИЙ ТОЛЩИНОМЕР
(57) Изобретение относится к измери-
тельной технике и может быть исполь-
зовано для непрерывного измерения
толщины движущихся ленточных заго-
товок. Целью изобретения является
расширение диапазона измерений, по-

вышение удобства эксплуатации и точ-
ности измерений. Указанная цель дос-
тигается тем, что в ультразвуковой
интерферометрический толщиномер, со-
держащий акустическую головку с меха-
ническим узлом ее перемещения, схему
обработки ультразвуковых сигналов и
блок действительного значения и инди-
кации, дополнительно введены синхро-
низатор, датчик исходного положения
акустической головки, расположенный
в механическом узле датчик поиска по-
верхности заготовки, установленный в
акустической головке, блок управле-
ния и шаговый двигатель. Отклонение
толщины ленты от номинального опреде-
ляется по изменению фазы стоячей вол-
ны, образующейся между акустической
головкой и контролируемой лентой.
3 ил.

(19) SU (11) 1397730 A1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для непрерывного измерения толщины движущихся ленточных заготовок.

Цель изобретения - расширение диапазона измерений, повышение удобства в эксплуатации и точности измерений.

На фиг. 1 представлена блок-схема предлагаемого толщиномера; на фиг. 2 - принципиальная схема синхронизатора; на фиг. 3 - принципиальная схема блока управления шаговым двигателем.

Ультразвуковой интерферометрический толщиномер содержит акустическую головку 1 с механическим узлом 2 ее перемещения, последовательно соединенные задающий генератор 3, генератор 4 ультразвуковой частоты, излучающий преобразователь 5 и первый приемный преобразователь 6, расположенные в одной плоскости акустической головки 1, первый усилитель-ограничитель 7, первый фазовый детектор 8, интегратор 9, выход которого подключен к входу регулирования частоты задающего генератора 3, последовательно соединенные второй приемный преобразователь 10, расположенный в акустической головке 1 в одной плоскости с первым приемным преобразователем 6 и смещенный по оси излучения - приема на полдлины волны, второй усилитель-ограничитель 11, второй фазовый детектор 12, усредняющий усилитель 13, компаратор 14, логический блок 15, генератор 16 импульсов, блок 17 управления, шаговый двигатель 18, выходной вал вращения которого связан с механическим узлом 2 перемещения акустической головки 1, вторые входы первого детектора 8 и второго детектора 12 связаны соответственно с вторыми выходами второго усилителя-ограничителя 11 и генератора 4 ультразвуковой частоты, демодулятор 19, вход которого связан с выходом компаратора 14, а выход - с вторым входом генератора 16 импульсов, датчик 20 исходного положения акустической головки 1, установленный в механическом узле 2, и датчик 21 поиска поверхности заготовки, установленный в корпусе акустической головки 1, подключенные к второму и третьему входам логического блока 15, второй выход которого связан с вторым входом блока 17 управления,

блок 22 действительного значения и индикации, счетный вход которого связан с вторым выходом блока 17 управления и четвертым входом логического блока 15, а вход предварительной установки - с третьим выходом логического блока 15, вход записи результата измерения блока 22 соединен с выходом компаратора 14.

Логический блок 15 состоит из синхронизатора 23 и связанного с ним датчика 24 подъема акустической головки 1 на исходное расстояние от поверхности заготовки. Входы и выходы синхронизатора 23 являются соответствующими входами и выходами логического блока 15.

Блок 22 действительного значения и индикации состоит из последовательно соединенных датчика 25 предварительной установки, реверсивного счетчика 26 с параллельной записью и цифрового индикатора 27 результата измерений.

Вторые входы интегратора 9 и компаратора 14 соединены соответственно с первым источником 28 и вторым источником 29 опорных напряжений.

На блок-схеме обозначены также контролируемая заготовка (лента) 30 и база 31 измерения (качения или скольжения).

Основу синхронизатора 23 составляет счетчик 32 с дешифратором 33, выходные сигналы которого определяют состояние триггера 34 направления вращения и схемы И 35 запуска генератора 16, а также формирователи импульса (ФИ), связанные с входом счетчика 32 и обеспечивающие последовательное его переключение.

Основу блока 17 управления вращением шагового двигателя 18 составляют реверсивный двоичный счетчик 36 с дешифраторами 37 и 38 на выходе, обеспечивающие необходимую последовательность чередования импульсов напряжения на фазах шагового электродвигателя при правом и левом вращении.

Толщиномер работает следующим образом.

При исходной настройке механический узел 2 жестко фиксируется над поверхностью контролируемой ленты 30, при этом плоскость излучения - приема акустической головки 1 устанавливается параллельно поверхности лен-

ты 30, вместо которой устанавливается на базе 31 измерения калибровочная пластина известной толщины. Расстояние H между механическим узлом 2 с акустической головкой 1 и базой 31 измерения при максимально возможной толщине $h_{\text{макс}}$ ленты 30 должно удовлетворять условию

$$H > H_{\text{исх}} + h_{\text{макс}},$$

где $H_{\text{исх}}$ - исходное расстояние, выбирается с учетом исходной длины ультразвуковой волны, частоты излучения, геометрических параметров акустической головки 1, излучающего преобразователя 5, приемных преобразователей 6 и 10, дифракционного расширения ультразвукового луча и из условия выбранного четвертьволнового участка стоячей волны в качестве измерительного.

Задатчиком 24 подъема акустической головки 1 устанавливают необходимое ее перемещение вверх после срабатывания датчика 21 поиска поверхности контролируемой ленты 30 с тем, чтобы после отработки этого перемещения акустическая головка 1 находилась над поверхностью ленты 30 на расстоянии, равном $H_{\text{исх}}$.

Задатчиком 25 предварительной установки устанавливают число, при котором после получения результата измерения толщины калиброванной пластины на индикаторе 27 были бы показания, соответствующие толщине этой пластины.

При включении толщиномера логический блок 15 своим вторым выходом через блок 17 управления и первым выходом через генератор 16 управляет вращением двигателя 18 в направлении перемещения акустической головки 1 в верхнее исходное ее положение до срабатывания датчика 20. Последний через логический блок 15 (третий выход) производит запись числа предварительной установки задатчика 25 в реверсивный счетчик 26, производит запись числа задатчика 24 в синхронизатор 23, а через блок 15 (первый его выход) управляет запуском генератора 16 и направлением (второй выход блока 15) вращения шагового двигателя

18 через блок 17 управления, при котором акустическая головка 1 опускается к поверхности контролируемой ленты 30. Одновременно импульсы из блока 17 управления, поступающие на шаговый двигатель 18, поступают с второго выхода блока 17 на вычитающий счетный выход счетчика 26.

При касании датчиком 21 поверхности заготовки он через логический блок 15 останавливает перемещение головки 1 к контролируемой ленте 30, осуществляет реверс вращения шагового двигателя и подъем акустической головки 1. Высота подъема головки 1 определяется числом, установленным задатчиком 24. Одновременно число импульсов, обработанное шаговым двигателем 18 и поступающее с второго выхода блока 17 управления, суммируется в счетчике 26 действительного значения. Механический узел 2 выполнен так, что отработка шаговым двигателем 18 одного импульса, поступающего из блока 17, соответствует перемещению акустической головки 1 вверх или вниз на 1 мкм. После отработки числа, установленного в задатчике 24, акустическая головка находится на расстоянии от поверхности ленты, равном $H_{\text{исх}}$.

Одновременно излучающий преобразователь 5 возбуждается по цепи задающий генератор 3 - генератор 4 ультразвуковой частоты. В зоне измерения образуется стоячая волна, которая воздействует на приемные преобразователи 6 и 10.

Изменение расстояния между плоскостью излучения - приема акустической головки 1 и поверхностью контролируемой ленты 30 от $H_{\text{исх}}$, вызываемое изменением толщины последней, в пределах $\frac{\lambda}{8}$ (весь диапазон равен четверти длины волны в зоне измерения), приводит к изменению фазы сигналов первого 6 и второго 10 приемных преобразователей по гармоническому закону в пределах $0 - \frac{\pi}{2}$ рад. Выделение фазовых сигналов приемных преобразователей 6 и 10 по отношению к фазе излучающего преобразователя 5 или, что эквивалентно, задающего генератора 3 осуществляется усилителями-ограничителями 7 и 11, фазовыми детекторами 8 и 12.

Так как второй приемный преобразователь 10 смещен по оси излучения - приема ультразвуковых колебаний по отношению к первому преобразователю 6 на половину длины волны, фазы сигналов обоих приемных преобразователей 6 и 10 с изменением толщины ленты изменяются по одному гармоническому закону, но сдвинуты на радиан. По цепи первый 6 и второй 10 приемные преобразователи - первый 7 и второй 11 усилители-ограничители (его инверсный выход) - фазовый детектор 8 - интегратор 9 - регулирующий по частоте вход задающего генератора 3 изменением частоты излучаемых колебаний осуществляется поддержание неизменным фазового сдвига между первым 6 и вторым 10 приемными преобразователями, и тем самым достигаются стабилизация в зоне измерения длины волны, половина длины которой задана соответствующим смещением между преобразователями 6 и 10, и компенсация влияния дестабилизирующих факторов на результаты измерений толщины.

По цепи второй выход усилителя-ограничителя 11 и второй выход ультразвукового генератора 4 - фазовый детектор 12 - усредняющий усилитель 13 - компаратор 14 осуществляется выделение информационного сигнала об изменении фазы стоячей волны с изменением расстояния между плоскостью излучения приема головки 1 и поверхностью ленты 30. Опорным источником 28 компаратора 14 настраивают на срабатывание при расстоянии между головкой 1 и поверхностью ленты 30, равном $N_{исх}$. Если расстояние между поверхностью ленты 30 и плоскостью головки 1 меньше $N_{исх}$, компаратор 14 находится устойчиво в единичном состоянии, в противном случае - в нулевом. Если это расстояние равно $N_{исх}$, компаратор непрерывно переходит из одного состояния в другое, генерирует прямоугольные импульсы, поступающие на демодулятор 19, который после их преобразования выдает единичный сигнал на генератор 16, прекращающий выдачу импульсов в блок 17 управления, и акустическая головка 1 не перемещается. Одновременно выход компаратора 14 воздействует на вход записи результата измерения цифрового индикатора 27, где при переходе ком-

паратора из одного состояния в другое отображается информация о толщине ленты 30.

С увеличением толщины ленты 30 расстояние между ее поверхностью и плоскостью излучения - приема акустической головки 1 становится меньше $N_{исх}$, компаратор 14 переходит в устойчивое единичное состояние, а управляющий сигнал на выходе демодулятора 19 становится равным нулю и запускает генератор 16, импульсы которого начинают поступать в блок 17 управления. Одновременно единичный сигнал компаратора 14 воздействует на третий вход логического блока 15 и через второй его выход задает направление вращения шагового двигателя 18 в направлении, при котором головка 1 перемещается вверх, происходит суммирование импульсов, поступающих на шаговый двигатель в счетчике 26 действительного значения.

Перемещение головки 1 и накопление импульсов в счетчике 26 происходят до тех пор, пока головка 1 своей плоскостью излучения - приема не устанавливается на расстоянии от поверхности ленты, равном $N_{исх}$, при котором происходит индикация толщины. Снижение толщины ленты 30 вызывает обратный эффект.

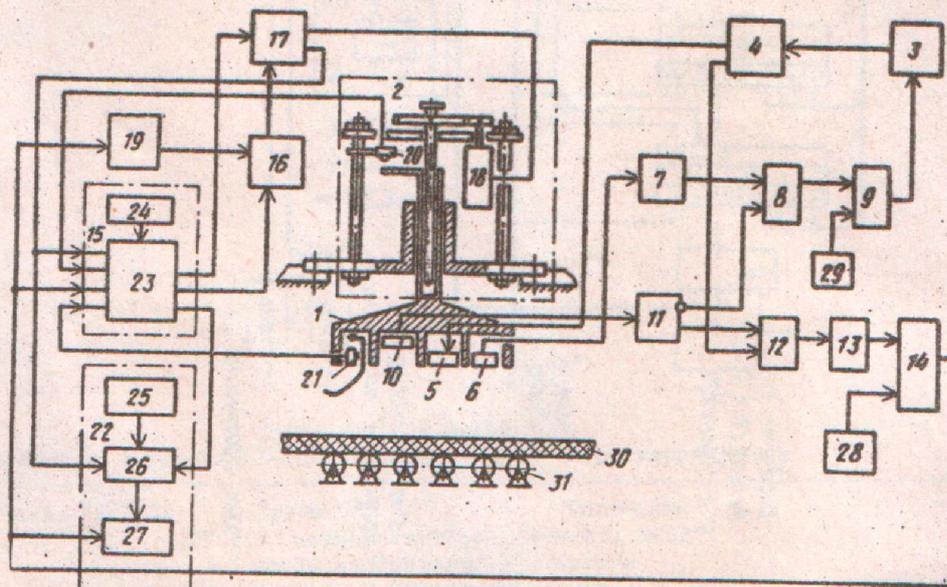
Таким образом, обладая той же разрешающей способностью, что и известный толщиномер, предлагаемый интерферометрический толщиномер позволяет снять ограничения по возможному отклонению толщины ленты от номинального значения, осуществляет прямое измерение толщины изделия, находящегося на базе измерения, чем значительно расширяет диапазон его измерения. Одновременно повышается и точность измерения, так как информация о толщине и анализ состояния компаратора осуществляются на расстоянии между плоскостью излучения - приема акустической головки и поверхностью ленты, равном $N_{исх}$, где коэффициент компенсации дестабилизирующих факторов максимален.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Ультразвуковой интерферометрический толщиномер, содержащий акустическую головку с механическим узлом ее перемещения, последовательно соединенные задающий генератор, генера-

тор ультразвуковой частоты и излучающий преобразователь, последовательно соединенные первый приемный преобразователь, расположенный в одной плоскости с излучающим преобразователем, первый усилитель-ограничитель, первый фазовый детектор и интегратор, выход которого подключен к входу регулирования частоты задающего генератора, последовательно соединенные второй приемный преобразователь, расположенный в корпусе акустической головки в одной плоскости с первым приемным преобразователем и смещенный относительно него по оси излучения - приема на расстояние, равное половине длины волны, второй усилитель-ограничитель, второй фазовый детектор, усредняющий усилитель и компаратор, первый источник опорного напряжения, выход которого подключен к второму входу компаратора, вторые входы первого и второго фазовых детекторов связаны соответственно с инверсным выходом второго усилителя-ограничителя и вторым выходом генератора ультразвуковой частоты, второй источник опорного напряжения, выход которого подключен к второму входу интегратора, и блок действительного значения и индикации, отличающийся тем, что, с

целью расширения диапазона измерений, повышения удобства в эксплуатации и точности измерений, толщиномер снабжен последовательно соединенными задатчиком подъема акустической головки, синхронизатором, генератором импульсов, блоком управления и шаговым двигателем, выходной вал вращения которого связан с механическим узлом перемещения акустической головки, датчиком исходного положения акустической головки, расположенным в механическом узле и подключенным к второму входу синхронизатора, датчиком поиска поверхности заготовки, установленным в акустической головке и подключенным к третьему входу синхронизатора, демодулятором, вход которого соединен с четвертым входом синхронизатора, входом записи результата измерения блока действительного значения и индикации и выходом компаратора, а выход - с вторым входом генератора импульсов, второй выход синхронизатора связан с вторым входом блока управления, второй выход которого подключен к первому входу синхронизатора и к счетному входу блока действительного значения, а вход предварительной установки последнего соединен с третьим выходом синхронизатора.



Фиг. 1