



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01B 7/16* (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2018116727, 04.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.05.2018

Дата регистрации:  
22.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.05.2018

(45) Опубликовано: 22.08.2018 Бюл. № 24

Адрес для переписки:  
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, ВолгГТУ,  
отдел интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Хорошевский Максим Дмитриевич (RU),  
Кристалль Марк Григорьевич (RU),  
Кулагин Роберт Николаевич (RU),  
Полежаев Николай Владимирович (RU),  
Матвеев Дмитрий Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Волгоградский  
государственный технический университет"  
(ВолгГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 446742 A1, 15.10.1974. RU  
2194244 C2, 10.12.2002. SU 1413421 A1,  
30.07.1988. US 5917320 A1, 29.06.1999. US  
5198764 A1, 30.03.1993. US RE37030 E1,  
30.01.2001. WO 1994021983 A1, 29.09.1994. US  
6131301 A1, 17.10.2000. US 5505005 A,  
09.04.1996. JP 2008541081 A, 20.11.2008. US  
4934065 A1, 19.06.1990. US 4328621 A1,  
11.05.1982. SU 1095031 A1, (см. прод.)

## (54) ВИБРОКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

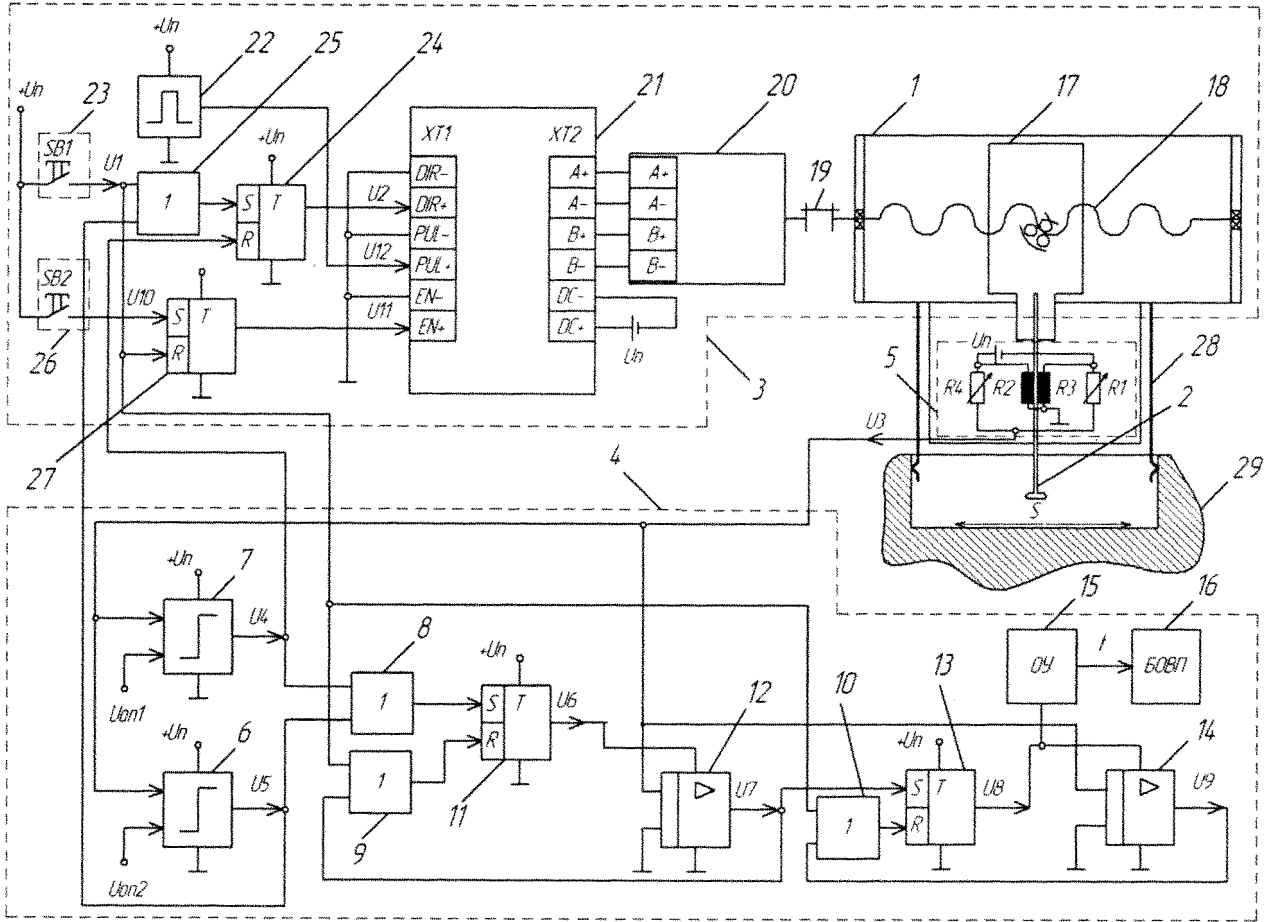
(57) Реферат:

Полезная модель относится к метрологии. В виброконтантном измерительном устройстве, на измерительном рычаге, закреплены два тензорезистора, соединенные в мостовую схему, а узел измерения амплитуды колебаний выполнен в виде компаратора прямого хода, компаратора обратного хода, трех логических элементов ИЛИ, триггера запуска усилителя, дифференцирующего усилителя начала измерения, триггера начала и конца измерения, дифференцирующего усилителя конца измерения, отсчетного устройства и блока обратного временного преобразования, причем выход мостовой схемы соединен со входом компаратора прямого хода, компаратора

обратного хода и дифференцирующего усилителя начала измерения, а выход компаратора прямого хода и выход компаратора обратного хода через логический элемент ИЛИ соединены с неинвертирующим входом триггера запуска усилителя, соединенного с дифференцирующим усилителем начала измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом триггера запуска усилителя, а также с неинвертирующим входом триггера начала и конца измерения, соединенного со входом дифференцирующего усилителя конца измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом

триггера начала и конца измерения и отсчетным устройством, выход которого соединен со входом блока обратного временного преобразования.

Технический результат - повышение точности измерения диаметров цилиндрических деталей. 4 ил.



Фиг. 1

(56) (продолжение):  
30.05.1984.

RU 182539 U1

RU 182539 U1

Полезная модель относится к контрольно-измерительной технике и может быть использована для измерения внутренних диаметров цилиндрических деталей.

Известно виброконтakтное измерительное устройство (см. А.С. СССР №947627, G01B 7/00 G01B 7/28, 15.09.1980), содержащее корпус, вибратор с измерительным  
5 наконечником, выполненный в виде двух рамок, охватывающих электромагнит возбуждения колебаний и связанных с корпусом упругими подвесками, причем одна из рамок жестко связана с измерительным наконечником, а вторая - с узлом измерений амплитуды колебаний вибратора, состоящим из катушки индуктивности и постоянного магнита.

10 Недостатком данного устройства является то, что при измерении размера детали на выходе узла измерения колебаний формируется синусоидальный электрический сигнал постоянной частоты, амплитудное значение которого определяется вблизи максимума сигнала, и, в силу погрешности узла измерений амплитуды колебаний вибратора, вносится существенная погрешность измерения, тем самым снижая его точность.

15 Наиболее близким к предлагаемому устройству является виброконтakтное измерительное устройство (см. А.С. СССР №446742, G01B 7/12, 25.10.1974), содержащее корпус, измерительные рычаги, упруго связанные с корпусом и сбалансированные относительно осей качания, оси качания измерительных рычагов, расположенные параллельно между собой, узел возбуждения колебаний измерительных рычагов и узел  
20 измерения колебаний последних.

Недостатком данного устройства является то, что при измерении диаметра детали на выходе магнитоэлектрического датчика формируется синусоидальный сигнал ЭДС, амплитудное значение которого определяется вблизи максимума сигнала отсчетным  
25 устройством, обладающим невысокой точностью, что вносит существенную погрешность измерения.

Таким образом в известных устройствах амплитуда колебаний измерительных рычагов измеряется по величине изменяемой ЭДС, что, ввиду невысокой точности отсчетных устройств, ограничивает точность измерения этими устройствами.

30 Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является создание предлагаемого устройства, впервые позволяющего измерять диаметр цилиндрических деталей по изменяемому в зависимости от измеряемого диаметра периода времени колебаний измерительного рычага с постоянной скоростью его перемещения в измеряемой детали.

35 Техническим результатом, который может быть получен при осуществлении полезной модели, является повышение точности измерения диаметров цилиндрических деталей.

Указанный технический результат достигается тем, что в виброконтakтном измерительном устройстве, содержащем корпус, измерительный рычаг, узел возбуждения колебаний измерительного рычага и узел измерения амплитуды колебаний, на измерительном рычаге, для контроля его деформации, закреплены два тензорезистора,  
40 соединенные в мостовую схему, а узел измерения амплитуды колебаний выполнен в виде компаратора прямого хода, компаратора обратного хода, трех логических элементов ИЛИ, триггера запуска усилителя, дифференцирующего усилителя начала измерения, триггера начала и конца измерения, дифференцирующего усилителя конца измерения, отсчетного устройства и блока обратного временного преобразования,  
45 причем выход мостовой схемы соединен со входом компаратора прямого хода, компаратора обратного хода и дифференцирующего усилителя начала измерения, а выход компаратора прямого хода и выход компаратора обратного хода через логический элемент ИЛИ соединены с неинвертирующим входом триггера запуска

усилителя, соединенного с дифференцирующим усилителем начала измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом триггера запуска усилителя, а также с неинвертирующим входом триггера начала и конца измерения, соединенного со входом дифференцирующего усилителя конца измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом триггера начала и конца измерения и отсчетным устройством, выход которого соединен со входом блока обратного временного преобразования.

Введение в устройство закрепленных на измерительном рычаге тензорезисторов, соединенных в мостовую схему, обеспечивает формирование на ее выходе нулевого сигнала, когда измерительный рычаг не деформирован, и формирование знакопеременного линейного сигнала, пропорционального величине деформации измерительного рычага. Положительное значение сигнала с мостовой схемы сравнивается компаратором прямого хода с заданным на его входе значением опорного напряжения, образуя импульсный сигнал прямоугольной формы при уравнивании значений. А отрицательное значение сигнала с мостовой схемы сравнивается компаратором обратного хода с заданным на его входе значением опорного напряжения, образуя импульсный сигнал прямоугольной формы при уравнивании значений. Импульсные сигналы с выходов компаратора прямого хода и компаратора обратного хода, через логический элемент ИЛИ, подается на неинвертирующий вход триггера запуска усилителя. Это обеспечивает появление на его выходе прямоугольного сигнала высокого уровня, служащего сигналом запуска дифференцирующего усилителя начала измерения, который регистрирует появление нулевого сигнала на мостовой схеме, в момент отрыва измерительного рычага от поверхности детали, образуя на выходе дифференцирующего усилителя начала измерения импульсного сигнала прямоугольной формы, который подается на инвертирующий вход триггера запуска усилителя и неинвертирующий вход триггера начала и конца измерения. Это приводит к образованию на выходе триггера начала и конца измерения прямоугольного сигнала высокого уровня, служащего сигналом о запуске измерения отсчетным устройством и включении дифференцирующего усилителя конца измерения. Вход дифференцирующего усилителя конца измерения регистрирует момент касания измерительного рычага противоположной поверхности детали, когда на выходе мостовой схемы образуется знакопеременный сигнал высокого уровня, что приводит к образованию на его выходе импульсного сигнала прямоугольной формы, который через логический элемент ИЛИ подается на инвертирующий вход триггера начала и конца измерения. Это приводит к смене на его выходе прямоугольного сигнала высокого уровня на сигнал низкого уровня, который служит сигналом окончания измерения периода времени колебаний отсчетным устройством. Измеренный период времени колебаний преобразуется в блоке обратного временного преобразования в величину измеряемого диаметра, что позволяет измерять величину диаметра детали с высокой точностью, свойственной цифровым средствам контроля времени. Например, относительная погрешность цифрового частотомера типа ЧЗ-33, также измеряющего период, составляет  $1,5 \times 10^{-7}$ .

На фиг. 1 представлена функциональная схема виброконтрастного измерительного устройства. На фиг. 2 - временные диаграммы работы виброконтрастного измерительного устройства: а - пусковой сигнал; б - сигнал на выходе триггера направления движения измерительного рычага; в - сигнал на выходе мостовой схемы; г - сигнал на выходе компаратора обратного хода; д - сигнал на выходе компаратора прямого хода; е - сигнал на выходе триггера запуска усилителя; ж - сигнал на выходе дифференцирующего усилителя начала измерения; з - сигнал на выходе триггера начала и конца измерения;

и - сигнал на выходе дифференцирующего усилителя конца измерения; к - сигнал остановки; л - сигнал на выходе триггера пуска и остановки; м - сигнал на выходе генератора тактовых импульсов; н - график колебательного движения измерительного стержня. На фиг. 3 - схема деформации измерительного рычага при прямом ходе. На 5  
фиг. 4 - схема деформации измерительного рычага при обратном ходе.

Устройство содержит (фиг. 1) корпус 1, измерительный рычаг 2, узел возбуждения колебаний измерительного рычага 3, узел измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4, причем на измерительном рычаге 2 для контроля его деформации, закреплены два тензорезистора R2 и R3, соединенных в мостовую схему 10 5 с двумя настроенными резисторами R1 и R4. Выход мостовой схемы 5 соединен со входом узла измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4, выполненного в виде компаратора прямого хода 6, компаратора обратного хода 7, трех логических элементов ИЛИ 8, 9, 10, триггера запуска усилителя 11, дифференцирующего усилителя начала измерения 12, триггера начала и конца измерения 13, дифференцирующего 15 усилителя конца измерения 14, отсчетного устройства 15 и блока обратного временного преобразования 16, причем выход мостовой схемы 5 соединен со входом компаратора прямого хода 6, компаратора обратного хода 7 и дифференцирующего усилителя начала измерения 12, а выходы компаратора прямого хода 6 и выход компаратора обратного хода 7 через логический элемент ИЛИ 8 соединены с неинвертирующим входом триггера 20 запуска усилителя 11, соединенного с дифференцирующим усилителем начала измерения 12, выход которого через логический элемент ИЛИ 9 соединен с инвертирующим входом триггера запуска усилителя 11, а также с неинвертирующим входом триггера начала и конца измерения 13, соединенного с входом дифференцирующего усилителя конца измерения 14, выход которого через логический элемент ИЛИ 10 соединен с 25 инвертирующим входом триггера начала и конца измерения 13 и отсчетным устройством 15, выход которого соединен со входом блока обратного временного преобразования 16. Возбудитель колебаний 3 выполнен в виде гайки шарико-винтовой передачи 17, на которой жестко закреплен измерительный рычаг 2, винта шарико-винтовой передачи 18, закрепленного в корпусе 1 и соединенного жесткой муфтой 19 с валом шагового 30 двигателя 20, обмотки которого соединены с выходом драйвера шагового двигателя 21, входы которого соединены с генератором тактовых импульсов 22, кнопкой запуска 23 через триггер направления движения измерительного рычага 24 и логический элемент ИЛИ 25 и кнопкой остановки 26 через триггер пуска и остановки 27, причем неинвертирующий вход триггера направления движения измерительного рычага 24 35 соединен через логический элемент ИЛИ 25 с выходом компаратора прямого хода 6 узла измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4, а инвертирующий вход триггера направления движения измерительного рычага 24 соединен с выходом компаратора обратного хода 7 узла измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4, а кнопка запуска 23 соединена с инвертирующим входом триггера пуска и 40 остановки 27 узла возбуждения колебаний измерительного рычага 3, с инвертирующим входом триггера запуска усилителя 11 узла измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4 через логический элемент ИЛИ 9, и с инвертирующим входом триггера начала и конца измерения 13 узла измерения амплитуды колебаний измерительного рычага 4 через логический элемент ИЛИ 10. Также с корпусом 1 жестко 45 связан базирующий элемент 28, контактирующий с измеряемой деталью 29.

Для измерения диаметра детали 29 в нужном сечении измерительный рычаг 2 перемещается вдоль оси измеряемого отверстия, причем на измерительном рычаге 2 для контроля его деформации, закреплены два тензорезистора R2 и R3, соединенных

в мостовую схему 5 с двумя настроечными резисторами R1 и R4. На вход мостовой схемы 5 подается напряжение питания  $U_{\Pi}$ , обеспечивающее формирование на его выходе нулевого сигнала, когда измерительный рычаг 2 не деформирован, и формирование знакопеременного линейного сигнала, пропорционального деформации измерительного рычага 2. Положительное значение сигнала с мостовой схемы 5 сравнивается компаратором прямого хода 6 с заданным на его входе значением опорного напряжения, образуя импульсный сигнал прямоугольной формы при уравнивании значений. А отрицательное значение сигнала с мостовой схемы 5 сравнивается компаратором обратного хода 7 с заданным на его входе значением опорного напряжения, образуя импульсный сигнал прямоугольной формы при уравнивании значений. Импульсные сигналы с выходов компаратора прямого хода 6 и компаратора обратного хода 7, через логический элемент ИЛИ 8, подается на неинвертирующий вход триггера запуска усилителя 11. Это обеспечивает появление на его выходе прямоугольного сигнала высокого уровня, служащего сигналом запуска дифференцирующего усилителя начала измерения 12, который регистрирует появление нулевого сигнала на мостовой схеме 5, в момент отрыва измерительного рычага 2 от поверхности детали 29, образуя на выходе дифференцирующего усилителя начала измерения 12 импульсного сигнала прямоугольной формы, который подается на инвертирующий вход триггера запуска усилителя 11 и неинвертирующий вход триггера начала и конца измерения 13. Это приводит к образованию на выходе триггера начала и конца измерения 13 прямоугольного сигнала высокого уровня, служащего сигналом о запуске измерения отсчетным устройством 75 и включении дифференцирующего усилителя конца измерения 14. Вход дифференцирующего усилителя конца измерения 14 регистрирует момент касания измерительного рычага 2 противоположной поверхности детали 29, когда на выходе мостовой схемы 5 образуется знакопеременный сигнал высокого уровня, что приводит к образованию на его выходе импульсного сигнала прямоугольной формы, который через логический элемент ИЛИ 10 подается на инвертирующий вход триггера начала и конца измерения 13. Это приводит к смене на его выходе прямоугольного сигнала высокого уровня на сигнал низкого уровня, который служит сигналом окончания измерения периода времени колебаний отсчетным устройством 15. Измеренный период времени колебаний преобразуется в блоке обратного временного преобразования 16 в величину измеряемого диаметра, что позволяет измерять величину диаметра детали 29 с высокой точностью, свойственной цифровым средствам контроля времени.

Устройство работает следующим образом.

Для измерения диаметра  $D$  отверстия детали в нужном сечении, при помощи базирующего элемента 28, измерительный рычаг вводится в измеряемое отверстие детали 29, после чего нажатием кнопки запуска 23 (фиг. 2, а) напряжение питания  $U_{\Pi}$  подается на неинвертирующий вход триггера направления движения измерительного рычага 24, инвертирующий вход триггера начала и конца измерения 13, инвертирующий вход триггера пуска и остановки 27 и инвертирующий вход триггера запуска усилителя 11. При этом на выходе триггера направления движения измерительного рычага 24 появляется сигнал  $U_2$  (фиг. 2, б), что соответствует прямому ходу измерительного рычага 2, а выходные сигналы  $U_8$  (фиг. 2, в) триггера начала и конца измерения 13,  $U_{11}$  (фиг. 2, г) триггера пуска и остановки 27 и  $U_6$  (фиг. 2, д) триггера запуска усилителя 11 принимают значение логического нуля. При этом через драйвер шагового двигателя 21, с частотой  $f=1/T$  (фиг. 2, м), заданной генератором тактовых импульсов 22, шаговый

двигатель 20 начинает движение с постоянной скоростью, и через жесткую муфту 19 придает крутящий момент винту шарико-винтовой передачи 18, что приводит измерительный рычаг 2, закрепленный на гайке шарико-винтовой передачи 17, в движение прямого хода. При касании измерительного рычага 2 поверхности детали 29 (фиг. 3, позиция 30), происходит его деформация  $\Delta E$  (фиг. 3, позиция 31) и на выходе мостовой схемы 5 образуется положительный сигнал  $U_3$  (фиг. 2, в). Величина этого сигнала на компараторе обратного хода 7 сравнивается с его опорным напряжением  $U_{оп}$  и при уравнивании на выходе компаратора обратного хода 7 образуется сигнал  $U_4$  (фиг. 2, г). Сигнал  $U_4$  одновременно подается на инвертирующий вход триггера выбора направления движения измерительного рычага 24 и через логический элемент ИЛИ 8 на неинвертирующий вход триггера запуска усилителя 11, образуя на его выходе сигнал логической единицы  $U_6$  (фиг. 2, е), который включает дифференцирующий усилитель начала измерения 12. Затем в момент отрыва измерительного рычага 2 из позиции 30 (фиг. 3) к позиции 32 (фиг. 4) на выходе мостовой схемы 5 сигнал  $U_3$  принимает значение логического нуля, момент образования которого фиксируется дифференцирующим усилителем начала измерения 12, на выходе которого образуется сигнал  $U_7$  (фиг. 2, ж). Сигнал  $U_7$  одновременно подается через логический элемент ИЛИ 9 на инвертирующий вход триггера запуска усилителя 11, сигнал  $U_6$  на выходе которого принимает значение логического нуля, и на неинвертирующий вход триггера начала и конца измерения 13. В этот момент сигнал  $U_8$  (фиг. 2, з) на его выходе принимает значение логической единицы, что включает дифференцирующий усилитель конца измерения 14 и является сигналом начала измерения отсчетного устройства 15. В момент касания измерительным рычагом 2 противоположной поверхности детали 29 (фиг. 4, позиция 32) сигнал  $U_3$  на выходе мостовой схемы 5 принимает значение логической единицы, момент появления которой фиксируется дифференцирующим усилителем конца измерения 14, что приводит к образованию на его выходе сигнала  $U_9$  (фиг. 2, и). Сигнал  $U_9$  подается через логический элемент ИЛИ 10 на инвертирующий вход триггера начала и конца измерения 13, при этом сигнал  $U_8$  на его выходе принимает значение логического нуля, являющимся сигналом окончания измерения отсчетного устройства 15. Измеренный период  $T_{изм}$  преобразуется в измеряемый диаметр  $D$  отверстия детали блоком обратного временного преобразования 16. Продолжение обратного хода измерительного рычага 2 приводит к его деформации  $\Delta E$  (фиг. 4, позиция 33), и на выходе мостовой схемы 5 образуется сигнал  $U_3$ , измерительного моста сравнивается с опорным напряжением  $U_{оп}$  компаратора прямого хода 6. При уравнивании сигналов на выходе компаратора прямого хода 6 образуется сигнал  $U_5$  (фиг. 2, д), подающийся через логический элемент ИЛИ 8 на триггер запуска усилителя 11 и через логический элемент ИЛИ 25 на неинвертирующий вход триггера выбора направления движения вынужденные колебания измерительного рычага  $S(t)$  (фиг. 2, н), ограниченные диаметром  $D$  детали. Для остановки устройства, нажатием кнопки отключения 26 на неинвертирующий вход триггера пуска и остановки 27 подается сигнал  $U_{10}$  (фиг. 2, к), при этом сигнал  $U_{11}$  на выходе триггера пуска и остановки 27 принимает значение логической единицы (фиг. 2, л). Сигнал  $U_{11}$  подается на вход отключения драйвера шагового двигателя 21, тем самым останавливая движение шагового двигателя 20 и, соответственно, колебания измерительного рычага  $S(t)$ .

Заявляемая полезная модель позволит повысить точность измерения диаметра цилиндрических деталей.

(57) Формула полезной модели

5 Виброконтактное измерительное устройство, содержащее корпус, измерительный рычаг, узел возбуждения колебаний измерительного рычага и узел измерения амплитуды колебаний, отличающееся тем, что на измерительном рычаге, для контроля его деформации, закреплены два тензорезистора, соединенные в мостовую схему, а узел измерения амплитуды колебаний выполнен в виде компаратора прямого хода,  
10 компаратора обратного хода, трех логических элементов ИЛИ, триггера запуска усилителя, дифференцирующего усилителя начала измерения, триггера начала и конца измерения, дифференцирующего усилителя конца измерения, отсчетного устройства и блока обратного временного преобразования, причем выход мостовой схемы соединен с входом компаратора прямого хода, компаратора обратного хода, дифференцирующего  
15 усилителя начала измерения и дифференцирующего усилителя конца измерения, а выход компаратора прямого хода и выход компаратора обратного хода через логический элемент ИЛИ соединены с неинвертирующим входом триггера запуска усилителя, соединенного с дифференцирующим усилителем начала измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом триггера запуска  
20 усилителя, а также с неинвертирующим входом триггера начала и конца измерения, соединенного с входом дифференцирующего усилителя конца измерения, выход которого через логический элемент ИЛИ соединен с инвертирующим входом триггера начала и конца измерения и отсчетным устройством, выход которого соединен с входом блока обратного временного преобразования.

25

30

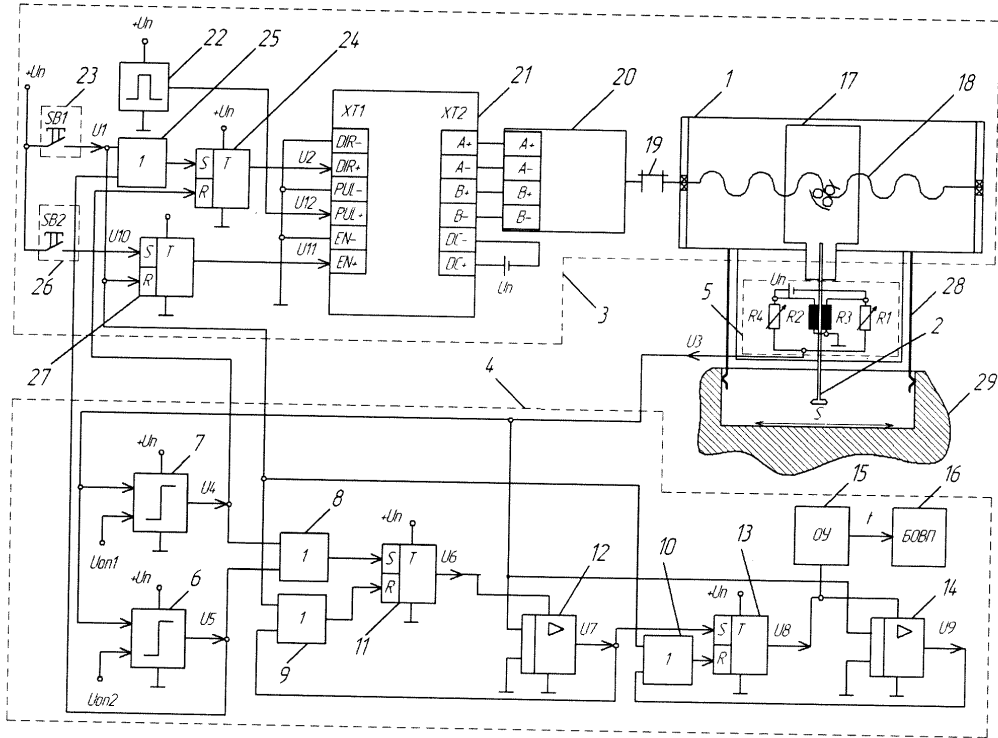
35

40

45



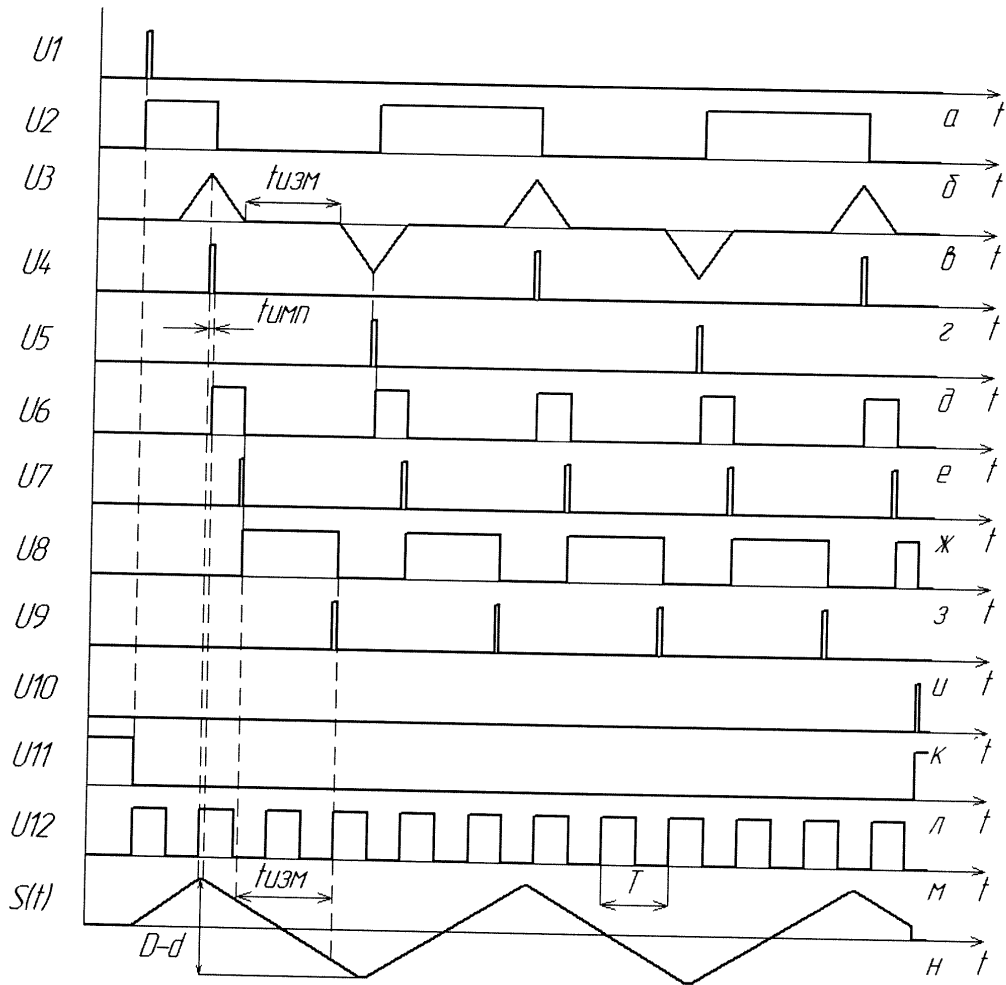
ВИБРОКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО



Фиг. 1

Авторы: М.Д. Хорошевский  
 М.Г. Кристаль  
 Р.Н. Кулагин  
 Н.В. Полежаев  
 Д.С. Матвеевко

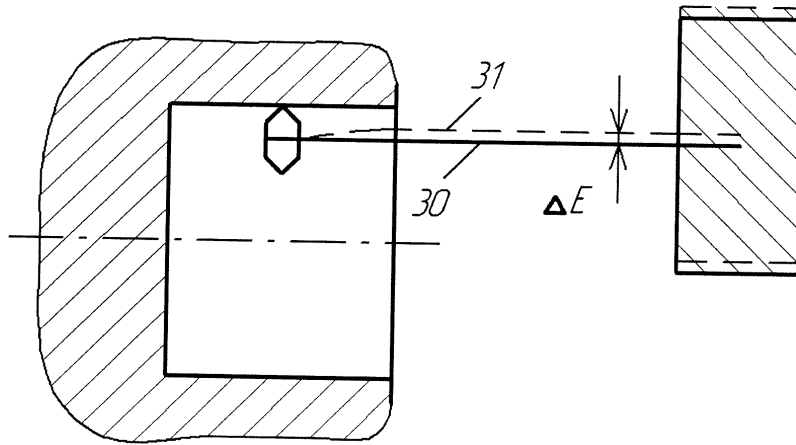
ВИБРОКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО



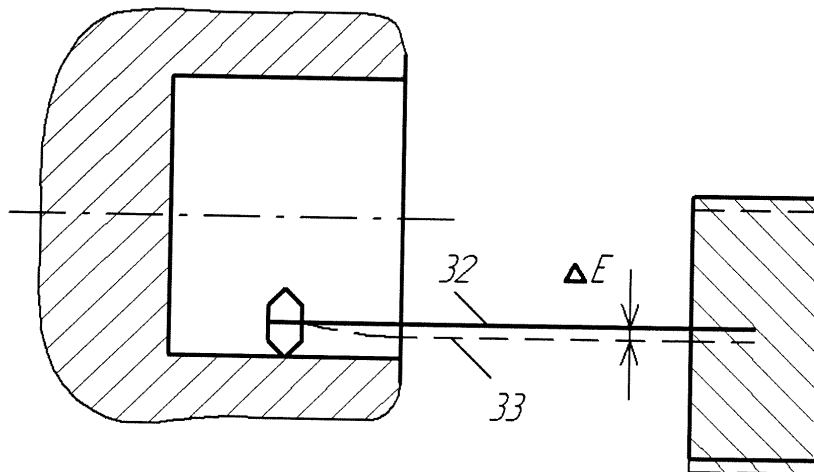
Фиг. 2

Авторы: М.Д. Хорошевский  
 М.Г. Кристаль  
 Р.Н. Кулагин  
 Н.В. Полежаев  
 Д.С. Матвеевко

ВИБРОКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО



Фиг. 3



Фиг. 4

Авторы: М.Д. Хорошевский  
М.Г. Кристаль  
Р.Н. Кулагин  
Н.В. Полежаев  
Д.С. Матвеевко