



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G05B 19/00 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021113716, 14.05.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.05.2021

Дата регистрации:  
24.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.05.2021

(45) Опубликовано: 24.03.2022 Бюл. № 9

Адрес для переписки:  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, ФГАОУ  
ВО "Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина", Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Либерман Яков Львович (RU),  
Тулупова Карина Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 170795 U1, 11.05.2017. RU 80254  
U1, 27.01.2009. CN 108170084 A, 15.06.2018. US  
4510565 A1, 09.04.1985.

(54) Устройство отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом

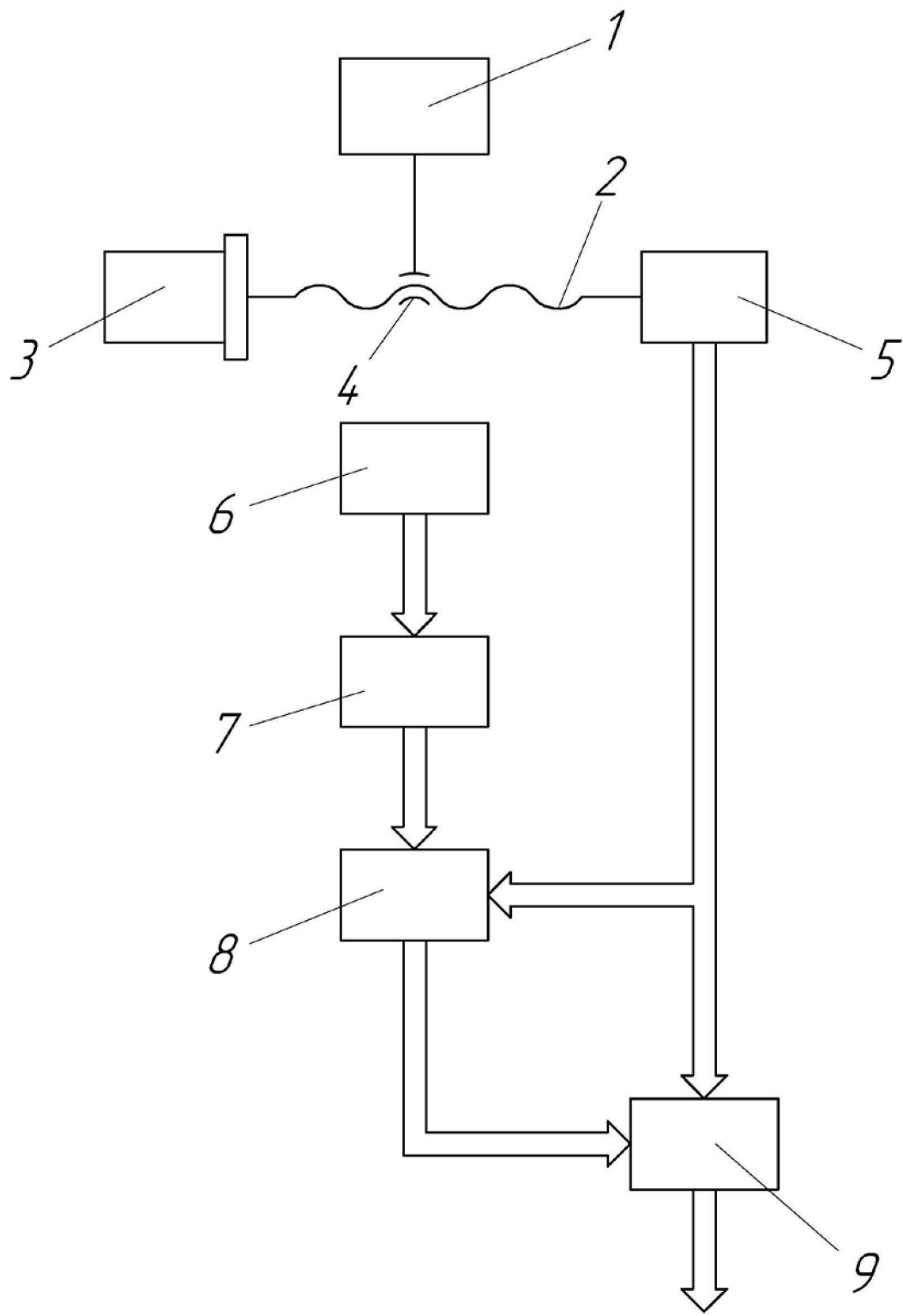
(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения. Устройство отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом содержит привод вращения винта, гайку, охватывающую винт и соединенную с рабочим органом машины, и поворотный абсолютный энкодер, вход которого соединен с винтом. Устройство также снабжено блоком программирования погрешностей шага винта, блоком вычисления погрешностей угла поворота винта, вход которого соединен с блоком

программирования погрешностей шага, программируемым кодопреобразователем, программирующий вход которого соединен с выходом блока вычисления погрешностей угла, а рабочий вход – с выходом энкодера, и двухвходовым сумматором, первый вход которого соединен с выходом кодопреобразователя, а второй вход – с выходом энкодера. Обеспечивается повышение точности отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом. 1 ил.

RU 2 768 807 C1

RU 2 768 807 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G05B 19/00 (2022.02)*

(21)(22) Application: **2021113716, 14.05.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**14.05.2021**

Registration date:  
**24.03.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **14.05.2021**

(45) Date of publication: **24.03.2022** Bull. № 9

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, FGAOU VO  
"Uralskij federalnyj universitet imenei pervogo  
Prezidenta Rossii B.N. Eltsina", Tsentr  
intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Liberman Iakov Lvovich (RU),  
Tulepova Karina Vladimirovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational  
Institution of Higher Education Ural Federal  
University named after the first President of  
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **DEVICE FOR COUNTING THE MOVEMENTS OF THE WORKING BODY OF A MACHINE WITH A DRIVE SCREW**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of mechanical engineering. The device for counting the movements of the working body of the machine with a drive screw contains a screw rotation drive, a nut covering the screw and connected to the working body of the machine, and a rotary absolute encoder, the input of which is connected to the screw. The device is also equipped with a programming unit for screw pitch errors, a unit for calculating screw angle errors, the input of which is connected to a programming unit for

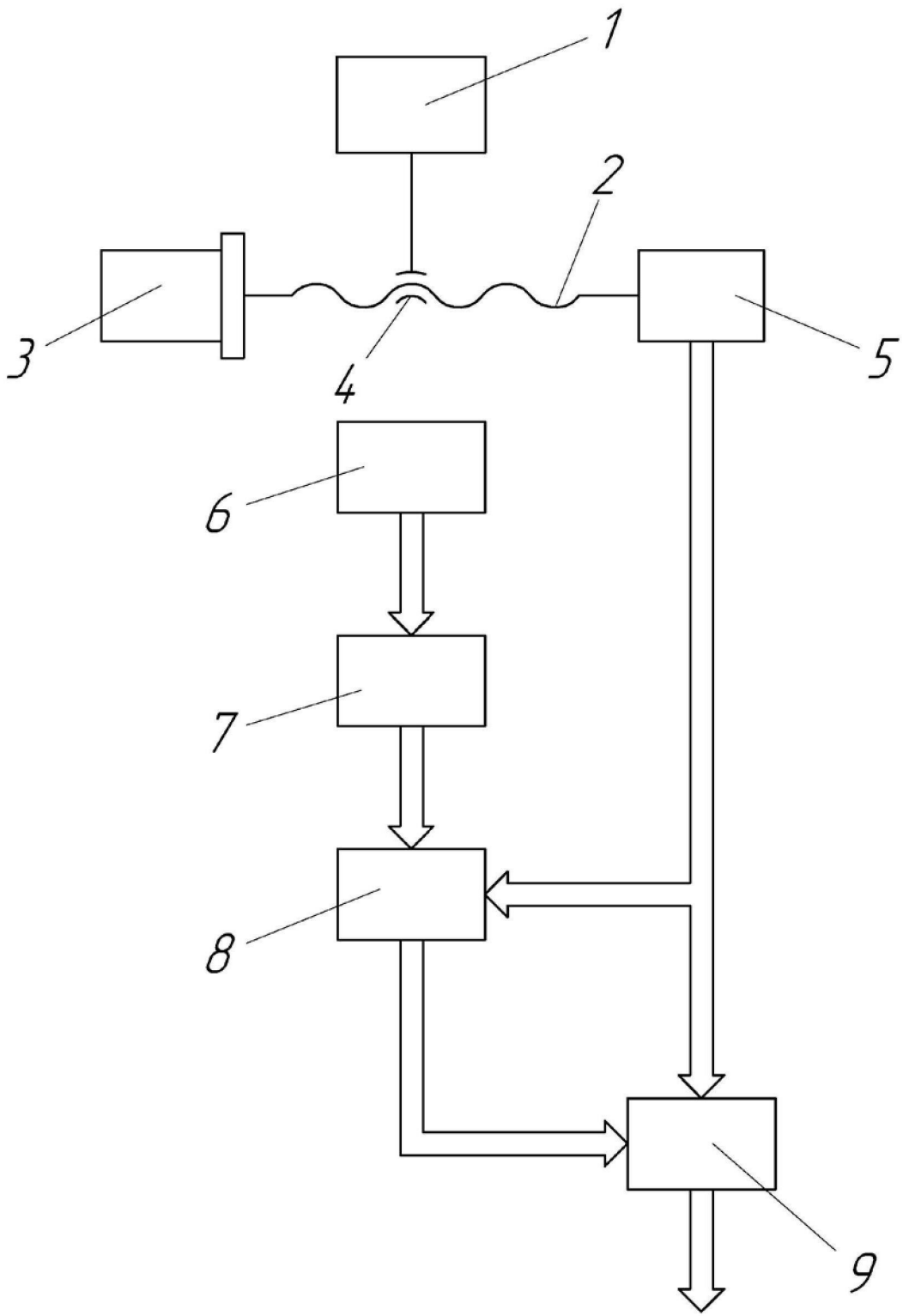
pitch errors, a programmable code converter, the programming input of which is connected to the output of the angle error calculation unit, and the working input is connected to the output of the encoder, and a two-input adder, the first input of which is connected to the output of the code converter, and the second input is connected to the output of the encoder.

EFFECT: increase in the accuracy of counting the movements of the working body of the machine with a drive screw is provided.

1 cl, 1 dwg

RU 2 768 807 C1

RU 2 768 807 C1



Фиг. 1

Предлагаемое изобретение относится к области машиностроения, в частности к машинам с числовым программным управлением, например к металлорежущим станкам.

Устройства отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом известны. В простейшем случае это устройства, в которых отсчет перемещений осуществляется самим приводом машины. Привод выполняется шаговым, соединяется с ходовым винтом, а последний через установленную на нем гайку связывается с рабочим органом (И.В. Харизоменов. Электрооборудование и электроавтоматика металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975, стр. 188, рис. 166, в). Сколько управляющих импульсов подано на привод, на такой угол повернется вал шагового двигателя и, соответственно, ходовой винт. Подобные устройства просты, но не обладают высокой точностью, поскольку не учитывают погрешности, возникающие при отработке импульсов, подаваемых на шаговый двигатель. Более точные устройства отсчета перемещений содержат привод вращения винта, гайку, охватывающую винт и соединенную с рабочим органом машины, и поворотный датчик (энкодер), вход которого соединен с винтом. Такое устройство, рассмотренное в той же книге И.В. Харизоменова, показанное на рис. 166, б (привод в нем образован преобразователем П, двигателем Д и редуктором Р) и описанное на стр.189, принято нами в качестве прототипа предложения.

Устройство - прототип работает точнее, чем устройство с шаговым приводом, не оснащенное датчиком. Однако у него все же есть существенный недостаток, ограничивающий его применение на прецизионных станках. Обусловлен он тем, что датчик-энкодер выдает информацию не о перемещении рабочего органа, а об угле поворота ходового винта. Причем дискретность выдаваемой им информации соответствует номинальной величине шага (как правило, датчик имеет равномерную шкалу) без учета того, что фактические шаги винта из-за погрешностей его изготовления отличаются от номинальных. Если номинальное значение шага  $S$ , то фактическое значение шага всегда равно  $S + \Delta S$ , где  $\Delta S$  - погрешность шага, которая может быть как положительной, так и отрицательной. Причем, когда рабочий орган машины находится в одном положении, эта погрешность одна, а когда он находится в другом положении, то и она другая. Датчик же, определяющий положение рабочего органа по угловому положению винта, выдает информацию так, как будто при любом положении рабочего органа машины указанная погрешность отсутствует.

В соответствии с изложенным проблемой, возникающей при отсчете перемещений рабочего органа машины, является не всегда достаточная точность отсчета.

Указанная проблема решается за счет того, что устройство отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом, содержащее привод вращения винта, гайку, охватывающую винт и соединенную с рабочим органом машины, и поворотный абсолютный энкодер, вход которого соединен с винтом, отличается от прототипа тем, что оно снабжено блоком программирования погрешностей шага винта, блоком вычисления погрешностей угла поворота винта, вход которого соединен с блоком программирования погрешностей шага, программируемым кодопреобразователем, программирующий вход которого соединен с выходом блока вычисления погрешностей угла, а рабочий вход - с выходом энкодера, и двухвходовым сумматором, первый вход которого соединен с выходом кодопреобразователя, а второй вход - с выходом энкодера.

На фиг.1 показана блок-схема предлагаемого устройства.

Устройство отсчета перемещений рабочего органа 1 машины с ходовым винтом 2, содержит привод 3 вращения винта, гайку 4, охватывающую винт 2 и соединенную с

рабочим органом 1 машины, и поворотный абсолютный энкодер 5, вход которого соединен с винтом 2. Оно также снабжено блоком 6 программирования погрешностей шага винта 2, блоком 7 вычисления погрешностей угла поворота винта, вход которого соединен с блоком программирования погрешностей 6 шага, программируемым кодопреобразователем 8, программирующий вход которого соединен с выходом блока вычисления погрешностей угла 7, а рабочий вход - с выходом энкодера 5, и двухвходовым сумматором 9, первый вход которого соединен с выходом кодопреобразователя 8, а второй вход - с выходом энкодера 5.

Элементы 6 и 7 устройства выполнены на типовых логических схемах (см. Справочник по средствам автоматики/ Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. - М.: Энергоатомиздат, 1983), блок 8 выполнен на основе программируемой логической матрицы (см. В.М. Терехов и О.И. Осипов. Системы управления электроприводов. - М.: Издат. Центр «Академия», 2005, стр.51-54), энкодер 5 - на основе кодовых дисков и встроенного преобразователя кода Грея в естественный двоичный код (см. <https://megasensor.com/products/princip-raboty-absolyutnogo-enkodera/>).

Перед эксплуатацией устройства энкодер 5 юстируют в соответствии с номинальными значениями шага винта 2 (его «0» совмещают с серединой дискреты отсчета номинального шага), измеряют погрешности шагов  $\Delta S$  ходового винта 2 по всей его длине и в кодированном виде значения  $\Delta S_1, \Delta S_2, \Delta S_3 \dots \Delta S_i$  вводят в блок 6. Последний передает их в блок 7, который по ним вычисляет соответствующие им погрешности углового положения винта  $\Delta \alpha_1, \Delta \alpha_2, \Delta \alpha_3 \dots \Delta \alpha_i$ .

Вычисление  $\Delta \alpha$  производится численным методом согласно следующим соотношениям (1) и (2):

$$\sqrt{(S + \Delta S)^2 + (\pi D)^2} - \sqrt{S^2 + (\pi D)^2} = \Delta T = T_{\Phi} - T_H, \quad (1)$$

$$\Delta \alpha \approx \frac{360^\circ \cdot \Delta T}{\pi D}, \quad (2)$$

где  $S$  - номинальный шаг винта,  $\Delta T$  - погрешность длины витка винта, соответствующая  $\Delta S$ ,  $D$  - средний диаметр винта,  $T_H$  - номинальная длина одного витка,  $T_{\Phi}$  - фактическая длина одного витка, отличающаяся от  $T_H$  на  $\Delta T$ .

Например, при  $S = 10$  мм;  $\Delta S = (-0,01)$  мм;  $D = 40$  мм получается  $T_H = 126,060965$  мм;  $T_{\Phi} = 126,060173$  мм;  $\Delta T = 0,000792$  мм;  $\Delta \alpha \approx 0,002689^\circ = 8''$ .

Вычисленные значения  $\Delta \alpha$  в кодированном виде поступают в программируемый кодопреобразователь 8 (на его программирующий вход) и запоминаются в нем. Программирование осуществляется так, чтобы каждому шагу винта  $S$ , преобразуемому энкодером в угол  $\alpha$  и подаваемому на вход кодопреобразователя 8, на выходе последнего отвечало двоично-кодированное  $\Delta \alpha$ , соответствующее  $\alpha$ .

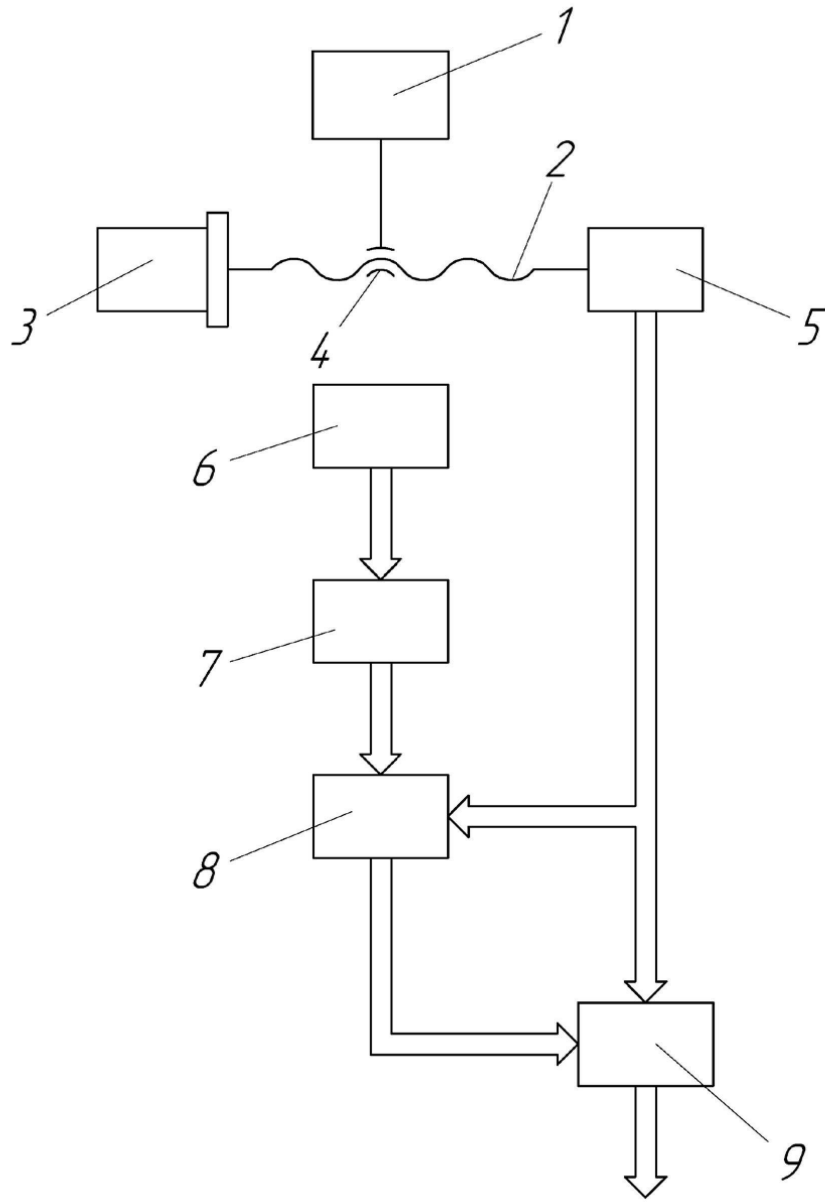
В процессе работы устройства привод 1 вращает ходовой винт 2, а энкодер 5 преобразует угол поворота винта (и, следовательно, положение рабочего органа 1) в двоичный код. Этот код характеризует угол поворота  $\alpha$  винта 2 без учета погрешности

шагов  $\Delta S$  (так, как будто весь винт был изготовлен с шагами номинальной величины, без погрешностей). Указанный код поступает на второй вход сумматора 9 и на рабочий вход кодопреобразователя 8. С выхода кодопреобразователя 8 на первый вход сумматора в это время поступает двоично-кодированная величина  $\Delta\alpha$ , соответствующая  $\alpha$ . В результате на выходе сумматора 9 появляется двоично-кодированная величина  $\alpha + \Delta\alpha$ . Таким образом, на выходе устройства получается информация о перемещении рабочего органа с учетом погрешностей шагов винта, перемещающего рабочий орган 1 с помощью охватывающей винт гайки 4.

Из изложенного следует, что техническим результатом предлагаемого устройства отсчета перемещений является повышение точности указанного отсчета.

(57) Формула изобретения

Устройство отсчета перемещений рабочего органа машины с ходовым винтом, содержащее привод вращения винта, гайку, охватывающую винт и соединенную с рабочим органом машины, и поворотный абсолютный энкодер, вход которого соединен с винтом, отличающееся тем, что оно снабжено блоком программирования погрешностей шага винта, блоком вычисления погрешностей угла поворота винта, вход которого соединен с блоком программирования погрешностей шага, программируемым кодопреобразователем, программирующий вход которого соединен с выходом блока вычисления погрешностей угла, а рабочий вход – с выходом энкодера, и двухвходовым сумматором, первый вход которого соединен с выходом кодопреобразователя, а второй вход – с выходом энкодера.



Фиг. 1