



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006108617/28, 20.03.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.03.2006

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2007

(45) Опубликовано: 20.06.2008 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2082078 C1, 20.06.1997. SU 1130733  
A, 23.12.1984. SU 767503 A, 30.09.1980. GB  
1257678 A, 22.12.1971.

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, ТПУ, отдел  
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Гольдштейн Александр Ефремович (RU),  
Свендровский Александр Романович (RU),  
Уразбеков Евгений Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Научно-исследовательский институт ЭРМИС"  
(RU),  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Томский политехнический университет (RU)

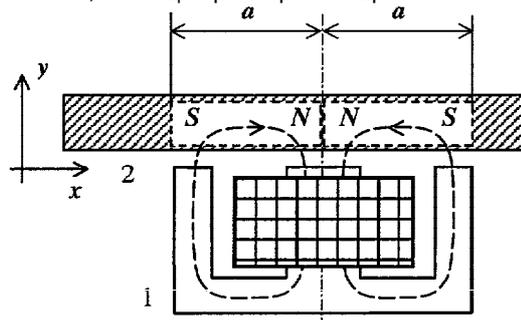
## (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ И СКОРОСТИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к измерениям длины и скорости перемещения протяженных ферромагнитных изделий методом магнитных меток. Технический результат: уменьшение влияния изменения скорости движения изделия на точность измерения его длины. Сущность: наносят на движущееся изделие импульсным электромагнитом магнитные метки. Считывают эти метки расположенным на фиксированном расстоянии от электромагнита магнитным преобразователем. Каждую последующую метку наносят в момент считывания предыдущей. Подсчитывают число считанных магнитных меток. Измеряют временной интервал между соседними метками. Скорость  $V$  изделия и длину  $L_x$  изделия определяют по формулам:

$$V = \frac{L_0}{t - k}, \quad L_x = N \cdot (L_0 + k \cdot V),$$

где  $N$  - число подсчитанных магнитных меток;  
 $t$  - временной интервал между соседними метками;  
 $L_0$  - базовое расстояние, определяемое для случая  $V \rightarrow 0$ ;  
 $k$  - экспериментально определенная величина, имеющая размерность времени. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006108617/28, 20.03.2006**(24) Effective date for property rights: **20.03.2006**(43) Application published: **20.10.2007**(45) Date of publication: **20.06.2008 Bull. 17**

Mail address:

**634050, g.Tomsk, pr. Lenina, 30, TPU, otdel  
intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Gol'dshtejn Aleksandr Efremovich (RU),  
Svendrovskij Aleksandr Romanovich (RU),  
Urazbekov Evgenij Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Nauchno-issledovatel'skij institut EhRMIS" (RU),  
Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
Tomskij politekhnicheskij universitet (RU)**

(54) **METHOD OF FERROMAGNETIC ITEMS LENGTH AND SPEED MEASUREMENT**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes, measurement.

SUBSTANCE: invention is related to measurement equipment, in particular, to measurements of length and movement speed of extended ferromagnetic items by method of magnetic marks. Magnet marks are applied on the moving item with pulse electromagnet. These marks are sensed by magnet transducer located at a fixed distance from electromagnet. Every following mark is applied in the moment of the previous mark sensing. The number of sensed marks is counted. The time interval is measured between neighbouring marks. Item speed  $V$  and length  $L_x$  are determined with the help of formulas:

$$V = \frac{L_0}{t - k},$$

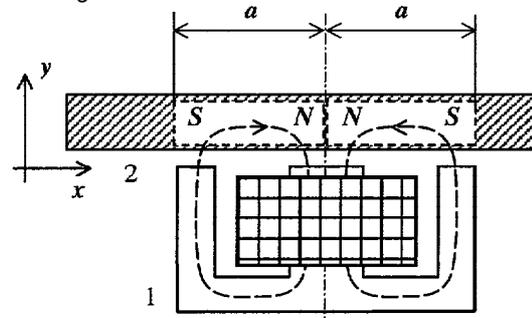
$$L_x = N \cdot (L_0 + k \cdot V),$$

where  $N$  - number of counted magnet marks;  $t$  -

time interval between neighbouring marks;  $L_0$  - basic distance, determined for case  $V \rightarrow 0$ ;  $k$  - experimentally determined value, which has time length.

EFFECT: reduction of item movement speed change effect on accuracy of its length measurement.

4 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к измерениям длины и скорости перемещения протяженных ферромагнитных изделий методом магнитных меток.

Известен способ измерения длины методом магнитных меток, реализованный в устройстве для измерения длины ферромагнитных изделий (авт. свид. СССР №326434, МПК G01B 7/04, опубл. 22.11.1972 г.). Способ заключается в нанесении на движущееся изделие импульсным электромагнитом магнитных меток, считывании этих меток расположенным на фиксированном расстоянии от электромагнита магнитным преобразователем, нанесении каждой последующей метки в момент считывания предыдущей, подсчете числа считанных магнитным преобразователем магнитных меток и определении длины изделия путем умножения числа посчитанных магнитных меток на базовое расстояние.

Недостатком известного способа измерения является низкая точность измерения при высоких и непостоянных скоростях движения изделия, что обусловлено увеличением при повышении скорости движения фактического (отличающегося от базового) расстояния между магнитными метками.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ измерения длины и скорости ферромагнитных изделий, реализованный в устройстве для измерения длины ферромагнитных изделий (патент РФ №2082078, МПК<sup>6</sup> G01 B7/04, опубл. 20.06.1997). Способ заключается в нанесении на движущееся изделие импульсным электромагнитом магнитных меток, считывании этих меток расположенным на фиксированном расстоянии от электромагнита магнитомодуляционным преобразователем, нанесении каждой последующей метки в момент считывания предыдущей, подсчете числа считанных магнитомодуляционным преобразователем магнитных меток, измерении временного интервала между соседними метками и определении длины изделия путем умножения числа посчитанных магнитных меток на базовое расстояние, а скорости изделия путем деления базового расстояния на временной интервал между соседними метками.

Недостатком такого технического решения является, как и в предыдущем случае, зависимость результатов измерения длины изделия от скорости изделия. Изменение скорости движения изделия приводит к деформации и смещению магнитной метки в продольном направлении. При увеличении скорости движения увеличивается расстояние между соседними метками (метки наносятся реже), что приводит к получению заниженного результата измерения по сравнению с действительным значением измеряемой величины.

Техническим результатом при использовании предлагаемого решения является повышение точности измерения за счет уменьшения влияния на результат измерения изменения скорости движения изделия.

Указанный результат достигается тем, что согласно способу измерения длины и скорости ферромагнитных изделий, заключающемуся в нанесении на движущееся изделие импульсным электромагнитом магнитных меток, считывании этих меток расположенным на фиксированном расстоянии от электромагнита магнитным преобразователем, нанесении каждой последующей метки в момент считывания предыдущей, подсчете числа считанных магнитным преобразователем магнитных меток, измерении временного интервала между соседними метками и определении длины изделия путем умножения числа посчитанных магнитных меток на базовое расстояние, а скорости изделия путем деления базового расстояния на временной интервал между соседними метками, базовое расстояние корректируется в зависимости от скорости путем его увеличения на величину, пропорциональную скорости движения.

На фиг.1 и 2 изображены электромагнит, с помощью которого осуществляется нанесение магнитной метки, и фрагмент изделия, находящийся в поле электромагнита, соответственно для случаев неподвижного и движущегося изделия; на фиг.3 - вид сигнала от магнитной метки при различных скоростях движения; на фиг.4 - структурная схема устройства, реализующего предлагаемый способ.

Главным фактором, обуславливающим влияние скорости движения изделия на

результат измерения его длины методом магнитных меток, является смещение магнитной метки в продольном направлении при изменении скорости движения. Физически это объясняется следующим. В известных устройствах, реализующих метод магнитных меток, для считывания магнитных меток используется магнитомодуляционный измерительный преобразователь. В этом случае на изделие наносятся магнитные метки вида (полярности) SNNS либо NSSN. В частности, для разметки каротажного кабеля в геофизике в качестве стандартной принята магнитная метка вида SNNS [3-5]. По сути дела при нанесении такой магнитной метки осуществляется намагничивание двух соседних участков изделия (каротажного кабеля, троса) в противоположных направлениях. Такое намагничивание применяется для усиления и локализации пространственной составляющей магнитного поля метки поперечного относительно продольной оси изделия направления. Именно эта составляющая магнитного поля метки определяет значение выходного сигнала магнитомодуляционного преобразователя. Нанесение магнитной метки указанного вида осуществляется путем воздействия на изделие магнитным полем электромагнита с Ш-образным магнитопроводом (фиг.1). На чертеже видно, что силовые линии магнитного поля электромагнита 1 пронизывают соседние участки изделия 2 в противоположных направлениях. В результате такого воздействия упомянутые участки изделия оказываются намагниченными в противоположных направлениях. В первом приближении можно считать, что длина намагниченных участков в случае неподвижного изделия примерно равна межполюсному расстоянию магнитопровода  $a$  (фиг.1). В случае движения изделия в продольном направлении со скоростью  $V$  длина намагниченных участков становится неодинаковой. На фиг.2 показан вид намагниченных участков в момент окончания импульса электрического тока, подаваемого на электромагнит для записи магнитной метки. Первый по ходу движения намагниченный участок изделия оказывается длиннее второго на величину  $b$ . Значение  $b$  определяется скоростью  $V$  движения изделия и длительностью  $T$  импульса записи магнитной метки:

$$b = v \cdot T \quad (1)$$

Минимальная длительность импульса записи определяется длительностью переходного процесса в цепи обмотки электромагнита, зависящей, в свою очередь, от индуктивности обмотки электромагнита. Поскольку при нанесении магнитных меток требуется обеспечить значение индукции, близкое значению индукции насыщения материала изделия, а поперечный размер изделия может достигать значений порядка нескольких десятков мм (например, при решении задачи измерения длины стальных канатов), то во многих реальных случаях длительность импульса записи не может быть менее единиц - десятков миллисекунд. При скоростях движения порядка нескольких м/с величина  $b$  достигает значений порядка единиц - десятков мм.

На фиг.3 приведены зависимости поперечной составляющей напряженности магнитного поля  $H_y$  метки от относительного значения продольной координаты  $x/a$  для разных значений  $b$ . Значение координаты  $x=0$  соответствует местоположению проекции оси симметрии электромагнита на движущееся изделие в момент начала импульса записи. Анализ кривых фиг.3 показывает, что в случае неподвижного изделия ( $V=0$  и соответственно  $b=0$ ) магнитное поле метки симметрично относительно оси  $x=0$ . В случае наличия движения ( $V \neq 0$ ,  $b \neq 0$ ) поле магнитной метки деформируется. При этом нарушается симметрия и происходит смещение магнитной метки вдоль продольной оси. Магнитные метки наносятся реже (возрастает расстояние между соседними метками), что при реализации метода измерения длины по способу-прототипу приводит к заниженному значению результата измерения по сравнению с истинным значением измеряемой длины.

Количественно степень влияния скорости движения на расстояние между соседними метками определяется расстоянием  $\Delta$  между передними фронтами кривых фиг.3 по уровню порога срабатывания устройства считывания магнитных меток. В случае выполнения условия  $b \ll a$  можно ориентировочно принять, что  $\Delta = b$ . Невыполнение условия  $b \ll a$  нецелесообразно, поскольку приводит к резкому возрастанию значения  $\Delta$  (так, при достижении  $b$  значения  $a/2$  расстояние  $\Delta \approx 2 \cdot b$ ).

Относительная погрешность измерения длины по способу-прототипу, определяемая соотношением значений  $\Delta$  и базового расстояния  $L_0$ , имеющего значение порядка нескольких метров, может достигать порядка единиц - десятков процентов, что во многих случаях не удовлетворяет требованиям к точности измерения.

5 Суть предлагаемого технического решения заключается в коррекции результата измерения длины с учетом возрастания расстояния между наносимыми на изделие магнитными метками при увеличении скорости движения. Измеряемое значение длины  $L_x$  при скорости движения изделия  $V$  согласно предлагаемому способу измерения находится по формуле:

$$10 L_x = N \cdot (L_0 + k \cdot V), \quad (2)$$

где  $N$  - число подсчитанных магнитных меток;  $L_0$  - базовое расстояние, определяемое для случая  $V \rightarrow 0$ ;  $k$  - постоянный множитель.

15 Произведение  $k \cdot V = \Delta$  - пропорциональная скорости движения величина поправки, на которую в соответствии с предлагаемым изобретением корректируется базовое расстояние  $L_0$ . Величина  $k$ , имеющая размерность единицы времени - секунды, определяется прежде всего длительностью  $T$  импульса записи магнитной метки, но также зависит от геометрических параметров используемого для записи метки электромагнита, зазора между электромагнитом и изделием и ряда других менее значимых факторов. Поэтому для достижения высокой точности измерений длины значение  $k$  целесообразно определять экспериментально. Для приблизительной оценки значения  $k$  может быть использовано приведенное ранее равенство  $\Delta \approx b$ , из которого с учетом (1) вытекает, что  $k \approx T$ .

20 Предлагаемый способ измерения длины может быть реализован с использованием устройства (фиг.4). Устройство содержит электромагнит 1, магнитомодуляционный преобразователь 3, схему включения магнитомодуляционного преобразователя 4, пороговое устройство 5, формирователь импульса записи 6, вычислительный блок 7. Магнитомодуляционный преобразователь 3 подключен к схеме включения магнитомодуляционного преобразователя 4. Выход схемы 4 соединен с первым входом порогового устройства 5, на второй вход которого подается пороговое напряжение  $U_{\text{порог}}$ . Выход порогового устройства соединен со входом вычислительного блока и первым входом формирователя импульса записи 6, второй вход которого служит для подачи сигнала "Старт" записи первой метки. К выходу формирователя импульса записи 6 подключен электромагнит 1.

35 Процесс измерения длины и скорости движения изделия начинается с момента подачи сигнала "Старт" на вход формирователя импульса записи 6, формирующего в обмотке электромагнита 1 импульс тока заданной длительности  $T$ . Возникающим при этом магнитным полем электромагнита осуществляется запись на движущемся изделии 2 первой магнитной метки. Записанная магнитная метка перемещается вместе с изделием и достигает магнитомодуляционного преобразователя 3, обмотки которого соединены со схемой включения магнитомодуляционного преобразователя 4. Выходной сигнал схемы 4, возникающий при прохождении магнитной метки, близок по форме соответствующей кривой фиг.3. При достижении этим сигналом установленного порогового значения  $U_{\text{порог}}$  происходит срабатывание порогового устройства 5 и формирование на его выходе импульса "Метка", поступающего на входы формирователя импульса записи 6 и вычислительного блока 7. Формирователем 6 генерируется в обмотке электромагнита 45 импульс тока заданной длительности и описанный выше процесс записи - считывания магнитных меток продолжается. Вычислительным блоком осуществляется подсчет числа магнитных меток  $N$ , определение временного интервала между соседними метками  $t$ , вычисление значений скорости  $V$  и длины  $L_x$ .

50 Искомое значение скорости движения с учетом поправки на увеличение расстояния между метками определяется по формуле:

$$V = \frac{L_0}{t - k}. \quad (3)$$

Значение длины находится по формуле (2).

Испытания опытного образца устройства фиг.4 в технологической линии производства стальных канатов показали, что при использовании предлагаемого способа измерения длины может быть достигнута высокая точность измерения даже при малых значениях базового расстояния  $L_0$  и большом диапазоне изменений скорости движения  $V$ . Так, для случая  $L_0=0,5\text{м}$ ;  $V=0,2\div 2,5$  м/с максимальная погрешность измерения длины составила 0,3%.

Источники информации

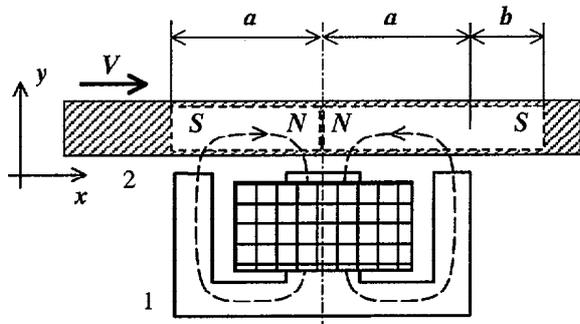
1. Авторское свидетельство СССР №326434, М. кл. G01B 7/04. Устройство для измерения длины ферромагнитных изделий / О.З.Панич, В.М.Никитин. - Оpubл. Бюл. изобр., 1972, №4. - 2 с.: Ил.
2. Патент РФ №2082078, М. кл. G01B 7/04. Устройство для измерения длины ферромагнитных изделий / АО "Черногорнефть". - Оpubл. 20.06.1997, www.fips.ru. - 5 с.: Ил.
3. Кривко Н.Н. Аппаратура геофизических исследований скважин: Учеб. для вузов. - М.: Недра, 1991. - 384 с.: Ил.
4. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. - М.: Недра, 1985.
5. КарСар УРП-01. Установка разметочная портативная. - Web site НПП "Геофизтехника" - <http://www.geoft.ru>.

#### Формула изобретения

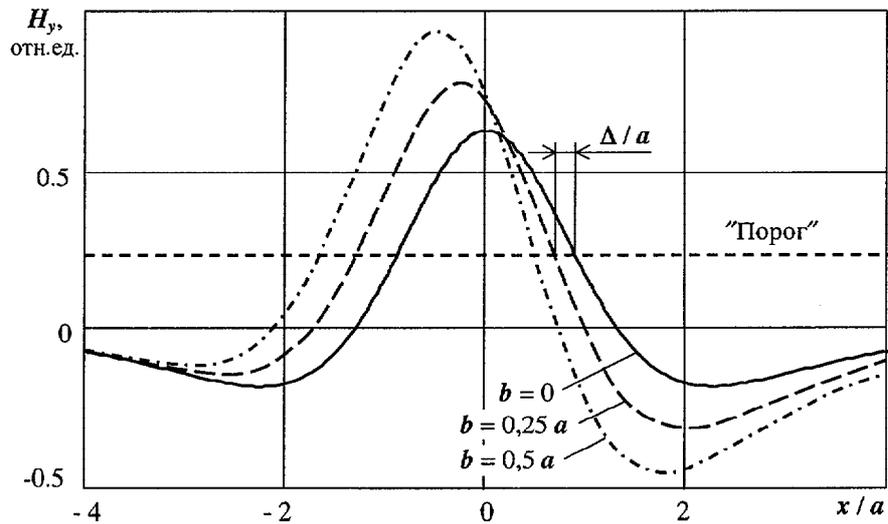
Способ измерения длины и скорости ферромагнитных изделий, заключающийся в нанесении на движущееся изделие импульсным электромагнитом магнитных меток, считывании этих меток расположенным на фиксированном расстоянии от электромагнита магнитным преобразователем, нанесении каждой последующей метки в момент считывания предыдущей, подсчете числа считанных магнитным преобразователем магнитных меток, измерении временного интервала между соседними метками и определении скорости изделия и длины изделия, отличающийся тем, что скорость  $V$  изделия и длину  $L_x$  изделия определяют по формулам:

$$V = \frac{L_0}{t - k}, \quad L_x = N \cdot (L_0 + k \cdot V),$$

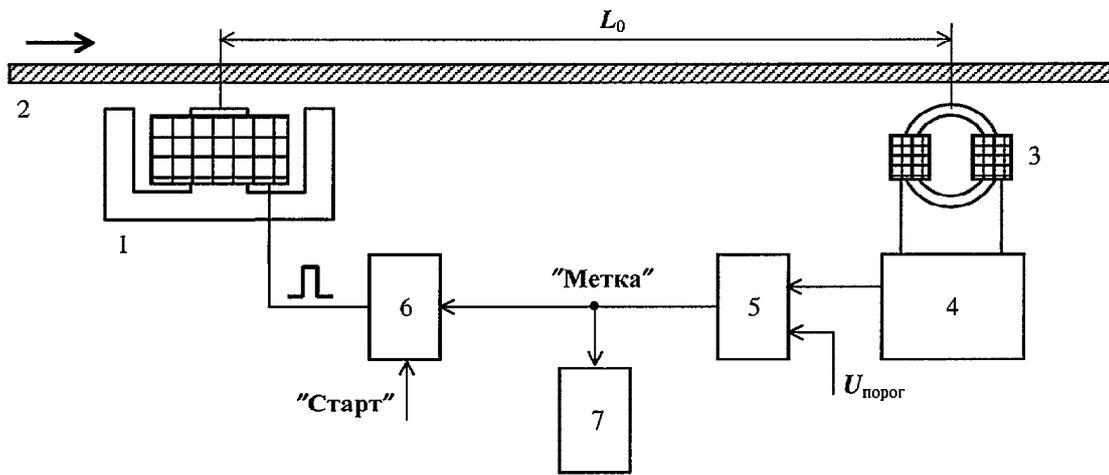
где  $N$  - число подсчитанных магнитных меток;  $t$  - временной интервал между соседними метками;  $L_0$  - базовое расстояние, определяемое для случая  $V \rightarrow 0$ ;  $k$  - экспериментально определенная величина, имеющая размерность времени.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4