

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2596862

### СПОСОБ И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОЛЩИНЫ СТенок НЕДОСТУПНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015126377

Приоритет изобретения **01 июля 2015 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **15 августа 2016 г.**

Срок действия патента истекает **01 июля 2035 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

 *Г.П. Ивлиев*







**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015126377/28, 01.07.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.07.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.07.2015

(45) Опубликовано: 10.09.2016 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: EA 2668 B1, 29.08.2002. CN 102954998 A, 06.03.2013. US 7038445 B2, 02.05.2006. US 20060164091 A1, 27.07.2006. RU 2323410 C2, 27.04.2008.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,  
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Баранова Ольга Вадимовна (RU),  
Птицына Анастасия Сергеевна (RU),  
Колесников Юрий Леонидович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

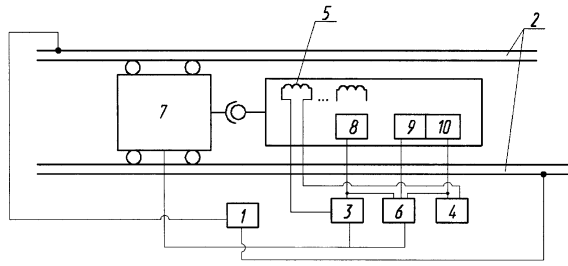
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский  
национальный исследовательский  
университет информационных технологий,  
механики и оптики" (Университет ИТМО)  
(RU)

**(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОЛЩИНЫ СТенок НЕДОСТУПНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области контроля состояния стенок трубопроводов без их вскрытия. Сущность: через трубопровод пропускают в продольном направлении переменный электрический ток. Измеряют создаваемое переменным током магнитное поле на неизменном расстоянии от внутренней стенки трубы во внутренней ее полости, продвигаясь вдоль нее с остановками на время полного оборота вокруг оси трубы одновременно в нескольких точках, расположенных на продольных трубе отрезках при повороте вокруг ее оси. По данным измерения вычисляют среднее арифметическое значение индукции магнитного поля в каждом месте прерывания продольного

движения. Изменение толщины стенки в точках цилиндрической поверхности трубы устанавливают как функцию прямой пропорциональности от отношения среднего значения индукции магнитного поля внутри трубопровода каждого места прерывания продольного движения к ее значению в точках измерения с коэффициентом пропорциональности, равным заранее определенной величине толщины бездефектного участка трубы. Технический результат: повышение точности, возможность контроля изнутри трубы без внесения возмущений в процесс измерения коррозионных и шламовых отложений и других дефектов. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

R U 2 5 9 6 8 6 2 C 1

R U 2 5 9 6 8 6 2 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01N 27/83* (2006.01)  
*G01B 7/06* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015126377/28, 01.07.2015

(24) Effective date for property rights:  
01.07.2015

Priority:

(22) Date of filing: 01.07.2015

(45) Date of publication: 10.09.2016 Bull. № 25

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,  
Universitet ITMO, OIS i NTI

(72) Inventor(s):

Baranova Olga Vadimovna (RU),  
Ptitsyna Anastasiya Sergeevna (RU),  
Kolesnikov YUrij Leonidovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsionalnyj  
issledovatel'skij universitet informatsionnykh  
tekhnologij, mekhaniki i optiki" (Universitet  
ITMO) (RU)

(54) **METHOD AND DEVICE FOR CONTROL OF NON-UNIFORMITY OF THICKNESS OF WALLS OF INACCESSIBLE PIPELINES**

(57) Abstract:

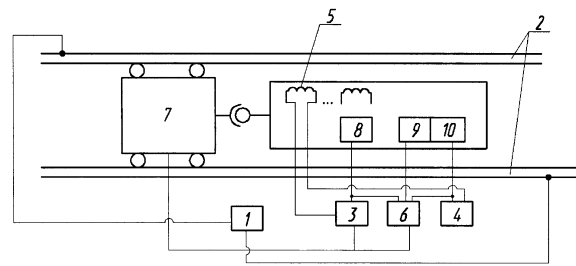
FIELD: pipes.

SUBSTANCE: invention relates to monitoring the state of pipeline walls without their opening. Essence: alternating current is passed through the pipeline in longitudinal direction. Alternating current generated by magnetic field is measured at constant distance from the inner pipe wall in its inner cavity moving along with stops for the time of full turn around the pipe axis simultaneously at several points arranged on lengthwise pipe sections in turning about its axis. According to measurement of the average arithmetic value of magnetic field induction in each point of interruption of longitudinal movement. Wall thickness variation in points of the cylindrical surface of the pipe is installed as a function of direct proportionality from the ratio of the average value of magnetic field induction inside pipeline each point of interruption of longitudinal

movement to its value in the measurement points with coefficient of proportionality equal to the predetermined value of thickness of intact pipe section.

EFFECT: technical result is upgraded accuracy, possibility of control from inside the pipe without making disturbances in process of measuring corrosion and sludge deposits and other defects.

2 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2 596 862 C1

RU 2 596 862 C1

Изобретение относится к области контроля состояния стенок трубопроводов и может использоваться при необходимости точной диагностики дефектов трубопроводов сложной геометрической формы и малого диаметра, например, от 200 мм до 400 мм без их вскрытия в сфере энергетики и ЖКХ.

5 Известно устройство определения изъянов трубопровода с неразрушающим контролем его состояния и использованием переменного магнитного поля (Патент КР № 1020120066892, опубл. 25. 06. 2012 г.), содержащее создающий магнитное поле узел, датчик-преобразователь изменения магнитного поля в электрическое напряжение, приводной механизм и узел управления и обработки. Предложенный метод  
10 использования этого устройства позволяет определять трещины, щели, ржавчину и несанкционированные врезки по специфике искажения поля.

Недостатком известного устройства является необходимость сложной процедуры загрузки устройства в трубопровод и подача теплоносителя для продвижения снаряда по маршруту, а также невозможность контроля участков сложной геометрической  
15 формы.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению являются описанные в изобретении к евразийскому патенту 00268 (опубл. 29.08.2002) способ и устройство для определения неравномерности толщины стенок металлического трубопровода, с пропусканием в продольном направлении трубы переменного электрического тока, измерением создаваемого им магнитного поля на определенном расстоянии от стенки  
20 трубы, продвигаясь вдоль нее. При этом изменение толщины стенки трубопровода устанавливается по отличию измеренных величин индукции магнитного поля оценкой их отношения. Устройство включает в себя источник питания для подачи переменного тока через тело трубы, датчик для измерения на определенном расстоянии снаружи  
25 трубы магнитного поля, создаваемого переменным током, пронизывающим всю площадь поперечного сечения стенки трубы, и блок оценки, который определяет наличие неоднородности толщины стенки трубопровода по показаниям датчика магнитного поля.

Недостатком прототипа является малая точность определения дефекта в  
30 трубопроводе и необходимость вскрытия трубы, т.к. фиксация неоднородности магнитного поля производится датчиком снаружи трубы.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является обеспечение увеличения точности измерения изменения толщины трубопровода, а также возможность проведения толщинометрии труб малого диаметра без их вскрытия.

35 Поставленная задача решается за счет достижения технического результата, заключающегося в возможности контролировать изнутри трубы толщину ее стенки без внесения возмущений в процесс измерения коррозионных и шламовых отложений, а также других дефектов, связанных с их местоположением.

Данный технический результат достигается тем, что в способе контроля  
40 неравномерности толщины стенок недоступного металлического трубопровода, при котором через него пропускают в продольном направлении переменный электрический ток, измеряют создаваемое им магнитное поле на определенном расстоянии от стенки трубы, продвигаясь вдоль нее, при этом изменение толщины стенки трубопровода устанавливают по отличию измеренных величин индукции магнитного поля оценкой  
45 их отношения, новым является то, что создаваемое переменным током магнитное поле измеряют на неизменном расстоянии от внутренней стенки трубы во внутренней ее полости, продвигаясь вдоль нее с остановками на время полного оборота вокруг оси трубы, одновременно в нескольких точках, расположенных на продольных трубе

отрезках при повороте вокруг ее оси. По данным измерения вычисляют среднее арифметическое значение индукции магнитного поля в каждом месте прерывания продольного движения, а изменение толщины стенки в точках цилиндрической поверхности этого места устанавливают как функцию прямой пропорциональности от отношения среднего значения индукции магнитного поля каждого места прерывания продольного движения к ее значению в точках измерения с коэффициентом пропорциональности, равным заранее определенной величине толщины бездефектного участка трубы.

Указанный технический результат достигается также тем, что устройство для осуществления этого способа, содержащее источник переменного тока, выходы которого подключены к концам проверяемого участка трубы, соединенное с блоком обработки данных средство измерения магнитного поля на определенном расстоянии от стенки трубы с возможностью его перемещения вдоль трубы, отличается тем, что средство измерения магнитного поля размещено внутри трубы и оснащено соединенными с блоком управления механизмами обеспечения неизменного расстояния от него до внутренней стенки трубы, продольного продвижения вдоль нее с остановками, а также вращения вокруг оси трубы. Средство измерения выполнено из нескольких датчиков, расположенных по линии, параллельной продольному направлению трубы.

Сущность изобретения поясняется чертежами, из которых на фиг. 1 схематически изображено устройство контроля неравномерности толщины стенок трубопровода (пересечение электрическими проводами стенок трубы показано условно), а на фиг. 2 - пример массива значений магнитной индукции в местах прерывания движения вдоль трубы.

Устройство (фиг. 1) состоит из источника переменного тока 1, выходы которого подсоединены к концам проверяемого участка трубы 2. Блок питания 3 и блок обработки данных 4 соединены с размещенным внутри трубы средством измерения магнитного поля в виде катушек 5. С блоком питания 3, а также с блоком управления 6 соединены механизм продольного продвижения 7 катушек 5 вдоль трубы 2 и механизм вращения 8 этих катушек вокруг оси трубы 2. Средство измерения магнитного поля в виде катушек 5 оснащено соединенным с блоком управления 6 механизмом 9 обеспечения определенного зазора между катушками 5 и внутренней поверхностью трубы 2. Механизм 9 содержит связанный с блоками 4 и 6 датчик измерения 10 этого зазора, а механизм продольного перемещения 7 связан со средством измерения магнитного поля в виде катушек 5 шарнирно-карданным соединением.

В процессе проведения внутритрубной диагностики с помощью датчика измерения 10 зазора происходит измерение расстояния между рабочей поверхностью катушек 5 средства измерения магнитного поля и внутренней поверхностью проверяемого участка трубы 2. С помощью механизма 9, при необходимости, это расстояние уменьшается или увеличивается, и, тем самым, в соответствии с хранящимися в блоке управления 6 данными о рабочей величине зазора в дальнейшем во всех местах прерывания продольного продвижения вдоль трубы 2 поддерживается неизменным. При пропускании переменного тока от источника 1 по трубе 2 в соответствии с сигналом с блока управления 6 происходит вращение катушек 5 вокруг оси трубы 2 с одновременным измерением магнитного поля и поступлением данных в блок 4. После этого включается механизм продольного передвижения 7, с помощью которого расположенные вдоль линии, параллельной трубе 2, катушки 5 вместе с механизмом 9 перемещаются вдоль трубы на расстояние, равное общей длине всех (например, восьми) катушек 5. Их вращение вокруг оси трубы 2 и измерение магнитного поля повторяются.

В результате полного оборота вокруг оси трубы катушек 5 от каждого места прерывания продольного движения накапливается массив значений индукции магнитного поля (магнитограмма) вблизи точек внутренней поверхности трубы, отраженный в спроецированной на внутреннюю поверхность трубы матрице, показанной на фиг. 2. По этим данным вычисляется среднее арифметическое значение индукции магнитного поля внутри трубы  $V_{cp}$  как отношение суммы всех значений индукции  $V_{ij}$  ( $i=0...M, j=0...N$ ) в месте, соответствующем одному обороту, к произведению числа строк  $M$  на число столбцов  $N$  матрицы. На фиг. 2 показан пример, в котором  $M=8$ , что соответствует расположенным на линии вдоль трубы восьми катушкам 5, а  $N=9$ , что соответствует числу измерений значений магнитной индукции в процессе полного оборота, производимых каждые  $40^\circ$ . После вычисления отношения  $V_{cp}/V_{ij}$  и определения исходной толщины металла бездефектной области трубы -  $D_0$ , например, с помощью ультразвукового толщиномера находят значение остаточной толщины стенки трубы в каждой ее точке -  $D_{ij}$  как функцию прямой пропорциональности от отношения  $V_{cp}/V_{ij}$  с коэффициентом пропорциональности  $D_0$ .

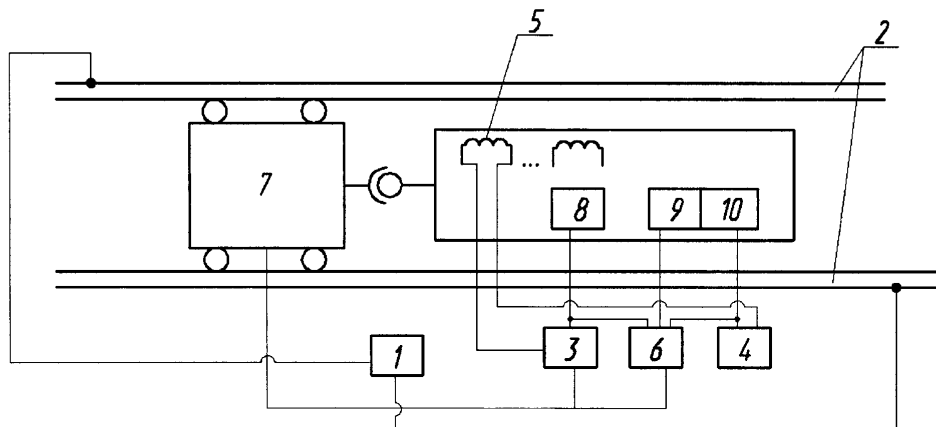
#### Формула изобретения

1. Способ контроля неравномерности толщины стенок недоступного металлического трубопровода, при котором через него пропускают в продольном направлении переменный электрический ток, измеряют создаваемое им магнитное поле на определенном расстоянии от стенки трубы, продвигаясь вдоль нее, при этом изменение толщины стенки трубопровода устанавливают по отличию измеренных величин индукции магнитного поля оценкой их отношения, отличающийся тем, что создаваемое переменным током магнитное поле измеряют на неизменном расстоянии от внутренней стенки трубы во внутренней ее полости, продвигаясь вдоль нее с остановками на время полного оборота вокруг оси трубы, одновременно в нескольких точках, расположенных на продольных трубе отрезках при повороте вокруг ее оси, по данным измерения вычисляют среднее арифметическое значение индукции магнитного поля в каждом месте прерывания продольного движения, а изменение толщины стенки в точках цилиндрической поверхности трубы устанавливают как функцию прямой пропорциональности от отношения среднего значения индукции магнитного поля внутри трубопровода каждого места прерывания продольного движения к ее значению в точках измерения с коэффициентом пропорциональности, равным заранее определенной величине толщины бездефектного участка трубы.

2. Устройство для осуществления способа по п. 1, содержащее источник переменного тока, соединенное с блоком обработки данных средство измерения магнитного поля на определенном расстоянии от стенки трубы с возможностью его перемещения вдоль трубы, отличающееся тем, что средство измерения размещено внутри трубы и оснащено соединенными с блоком управления механизмами обеспечения неизменного расстояния от него до внутренней стенки трубы и продольного продвижения вдоль нее с остановками, а также вращения вокруг оси трубы, при этом средство измерения выполнено из нескольких датчиков, расположенных по линии, параллельной продольному направлению трубы.

45

Способ и устройство контроля неравномерности  
толщины стенок недоступных трубопроводов



Фиг. 1

$B_{0,7} B_{1,7} B_{2,7} B_{3,7} B_{4,7} B_{5,7} B_{6,7} B_{7,7} B_{8,7}$   
 $B_{0,6} B_{1,6} B_{2,6} B_{3,6} B_{4,6} B_{5,6} B_{6,6} B_{7,6} B_{8,6}$   
 $B_{0,5} B_{1,5} B_{2,5} B_{3,5} B_{4,5} B_{5,5} B_{6,5} B_{7,5} B_{8,5}$   
 $B_{0,4} B_{1,4} B_{2,4} B_{3,4} B_{4,4} B_{5,4} B_{6,4} B_{7,4} B_{8,4}$   
 $B_{0,3} B_{1,3} B_{2,3} B_{3,3} B_{4,3} B_{5,3} B_{6,3} B_{7,3} B_{8,3}$   
 $B_{0,2} B_{1,2} B_{2,2} B_{3,2} B_{4,2} B_{5,2} B_{6,2} B_{7,2} B_{8,2}$   
 $B_{0,1} B_{1,1} B_{2,1} B_{3,1} B_{4,1} B_{5,1} B_{6,1} B_{7,1} B_{8,1}$   
 $B_{0,0} B_{1,0} B_{2,0} B_{3,0} B_{4,0} B_{5,0} B_{6,0} B_{7,0} B_{8,0}$

Фиг. 2