

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035299**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.26

(51) Int. Cl. **F17D 5/06** (2006.01)
F17D 5/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800317

(22) Дата подачи заявки
2018.05.16

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ТЕЧЕЙ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

(43) **2019.11.29**

(56) RU-C2-2221230

(96) **2018000061 (RU) 2018.05.16**

RU-C1-2132510

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
"КУБ" (RU)**

KZ-B-25439

RU-C1-2620925

US-A1-3786684

RU-C1-2010227

(72) Изобретатель:
**Идиатуллин Денис Рамзилович, Гук
Владимир Николаевич (RU)**

(74) Представитель:
Гук А.В. (RU)

(57) Устройство относится к области диагностики и предназначено для определения факта и местоположения протечек трубопроводов на участках, не доступных для технического осмотра. Устройство включает блок виброакустических датчиков, содержащий последовательно пронумерованные датчики, расположенные на поверхности трубы и образующие спираль с заданным шагом и угловым сдвигом каждого датчика относительно предыдущего, блок аналогово-цифровых преобразователей для оцифровки сигналов от каждого датчика, блок устройств для быстрого преобразования Фурье сигналов от каждого датчика, блок памяти, блок идентификации, блок обработки, блок выделения шума, блок местоопределения течи, блок отображения и информирования. Блок датчиков соединён с блоком АЦП. Блок АЦП соединён с блоком датчиков, с блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и блоком идентификации. Блок устройств для быстрого преобразования Фурье соединён с блоком АЦП и блоком идентификации. Блок памяти соединён с блоком АЦП, блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком идентификации, блоком обработки и блоком выделения шума. Блок идентификации соединён с блоком АЦП, с блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и с блоком выделения шума. Блок обработки соединён с блоком памяти, с блоком выделения шума и с блоком местоопределения течи. Блок выделения шума соединён с блоком идентификации, с блоком памяти и блоком обработки. Блок местоопределения течи соединён с блоком обработки и с блоком отображения и информирования. Блок отображения и информирования соединён с блоком обработки и блоком местоопределения течи. В качестве датчиков могут быть использованы виброакустические датчики или датчики инфразвука. Датчики звука могут располагаться на внутренней стороне трубы. Блок обработки может быть выполнен с функцией многоканального анализатора взаимно-корреляционной функции.

B1**035299****035299****B1**

Устройство относится к области диагностики и предназначено для определения (диагностирования) наличия и определения местоположения течей в магистральных трубопроводах на участках, труднодоступных для технического осмотра.

Известны различные устройства, позволяющие с той или иной разрешающей способностью диагностировать течи путем регистрации электрического сигнала с одного или нескольких датчиков виброакустических сигналов (механических колебаний, волн разрежения, звуковых волн), возбуждаемых в конструкции при истечении среды из места повреждения.

Одной из наиболее сложных проблем при диагностике течей является снижение влияния шумов (постоянно действующих случайных возмущений), уровни которых при малых течах (или при измерениях на больших расстояниях от течей) соизмеримы с уровнем полезного сигнала, а иногда и существенно его превышает.

Так известен акустический течеискатель по патенту на изобретение № 2042123 RU "Многопрофильный акустический течеискатель способ его настройки", предназначенный для неразрушающего контроля дефектов трубопроводов, запорных и невозвратно-запорных устройств. Течеискатель по патенту № 2042123 RU содержит в том числе керамический пьезопреобразователь, блок выделения огибающей, блок визуальной и слуховой индикации, блок фильтрации сигналов.

Недостатком данного устройства является низкая чувствительность и низкая помехозащищенность.

Наиболее близким аналогом, принятым за прототип, является устройство по патенту № 2132510 "Способ диагностики течей в арматуре, трубопроводах, сосудах давления и устройство для его осуществления". Устройство содержит К измерительных каналов в виде датчиков, АЦП, блок памяти, блок процессоров.

Основным недостатком данного устройства является невысокая точность местоопределения течей.

Технической задачей, решаемой заявляемым изобретением, является повышение вероятности обнаружения течей в условиях влияния помех и повышение точности местоопределения течей.

Заявленная техническая задача решается следующим образом.

Устройство для диагностики и определения местоположения течей в магистральных трубопроводах содержит блок, содержащий последовательно пронумерованные датчики, расположенные на поверхности трубы и образующие спираль с заданным шагом и угловым сдвигом каждого датчика относительно предыдущего, блок аналогово-цифровых преобразователей для оцифровки сигналов от каждого датчика, блок устройств для быстрого преобразования Фурье сигналов от каждого датчика, блок памяти, блок идентификации, блок обработки, блок выделения шума, блок местоопределения течи, блок отображения и информирования.

Блок датчиков соединен с блоком АЦП.

Блок АЦП соединен с блоком датчиков, с блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и блоком идентификации.

Блок устройств для быстрого преобразования Фурье соединен с блоком АЦП и блоком идентификации.

Блок памяти соединен с блоком АЦП, блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком идентификации, блоком обработки и блоком выделения шума.

Блок идентификации соединен с блоком АЦП, с блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и с блоком выделения шума.

Блок обработки соединен с блоком памяти, с блоком выделения шума и с блоком местоопределения течи.

Блок выделения шума соединен с блоком идентификации, с блоком памяти и блоком обработки.

Блок местоопределения течи соединен с блоком обработки и с блоком отображения и информирования.

Блок отображения и информирования соединен с блоком обработки и блоком местоопределения течи.

Блок-схема устройства приведена на фиг. 1, где

1 - блок датчиков;

2 - блок АЦП;

3 - блок БПФ;

4 - блок памяти;

5 - блок идентификации;

6 - блок обработки;

7 - блок выделения шума;

8 - блок местоопределения течи;

9 - блок отображения и информирования.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом работы устройства проводится тестирование.

Каждый датчик блока датчиков 1 имеет свой номер. Номера присваиваются датчикам последовательно, начиная с 1 до N (количество датчиков). Датчики располагаются на поверхности трубы по спира-

ли с заданным шагом и с заданным угловым сдвигом.

Координаты (z_i и α_i) каждого датчика известны и хранятся в блоке памяти 4.

При работающем трубопроводе проводится регистрация фоновых шумов на заданном временном интервале на каждом из датчиков блока датчиков 1 в условиях плановой эксплуатации. Регистрация фоновых шумов проводится в разное время суток (день, ночь, ...). Трубопровод подвергается "силовому воздействию" (удары, открытие задвижек, включение и выключение насосов, имитация образования течей и их "развития" (например, посредством медленного или резкого открытия задвижки). Сигналы обрабатываются в блоке АЦП 2, затем в блоке БПФ 3, поступают в блок идентификации 5 и блок памяти 4. В блоке выделения шума 6 происходит вычитание фонового шума и аналогово-временные и спектральные образы тестирующих сигналов помещаются в блок памяти 4.

По результатам тестирования в блоке памяти 4, помимо координат датчиков, хранятся аналого-временные и спектральные образы сигналов силового воздействия и фоновый шум, регистрируемые каждым датчиком.

В ходе мониторинга состояния работы трубопровода происходит регистрация сигналов от датчиков блока датчиков 1 в заданном временном интервале и их последующая обработка, как было указано выше. В блоке обработки 6 происходит сравнение. Происходит вычитание фонового шума и сравнение зарегистрированных каждым датчиком сигналов с данными, внесёнными в блок памяти 4. При совпадении сигналов с образами в блоке идентификации 5, сигналов, генерируемых течью в блоке обработки 6 фиксируется время появления этих сигналов, а в блоке местоопределения течи 8 проводится определение координат течи (z_T и α_T).

На фиг. 2 показан пример расположения датчиков с угловым сдвигом в 90° . В данном примере Датчики (D_{i-1} , ..., D_{i+3}) расположено относительно течи (Т) как показано на фиг. 2. Минимальное количество датчиков данном случае - пять. Датчики в первую очередь регистрируют сигналы от течи (Т), распространяющиеся по самой трубе, поскольку материал трубы обладает наибольшей скоростью звука. Трасса распространения звука по трубе - геодезические линии на цилиндре.

Амплитуда сигналов от течи, регистрируемых датчиками, убывает в зависимости от расстояния датчика до течи. В данном примере максимальный по амплитуде сигнал регистрирует датчик D_i .

Место нахождения датчика D_i позволяет однозначно определить сектор трубы, где находится течь. В блоке местоопределения течи происходит выбор четырёх датчиков с наибольшей амплитудой зарегистрированного сигнала - D_{i-1} , D_i , D_{i+1} , D_{i+3} (датчик D_{i+2} исключается). Время регистрации сигналов каждым из этих датчиков известно, что позволяет использовать разностно-дальномерный способ определения координат, алгоритм которого известен и широко используется.

Это позволяет с высокой точностью определить координаты (z_T и α_T) течи на трубе.

На фиг. 3 показан вариант расположения датчиков с угловым сдвигом в 120° . При таком варианте минимальное количество датчиков - четыре, а блок местоопределения течи 8 целесообразно выполнить с функцией реализации триангуляционного метода.

Блок отображения и информирования 9 отображает информацию о фактах и типе "силового воздействия" на трубу, координаты течей. Факт появления сопровождается визуальной и звуковой информацией.

В качестве датчиков могут быть использованы инфразвуковые датчики.

В качестве дополнительной обработки в блок обработки может встраиваться многоканальный анализатор взаимно-корреляционной функции, что приводит к снижению вероятности ложных тревог.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает благодаря повышению вероятности обнаружения течей в условиях влияния помех и повышение точности местоопределения течей в условиях действия высокоамплитудных шумов и помех. Тем самым обеспечивается возможность диагностики малых течей, возможность непрерывного мониторинга состояния трубопроводов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

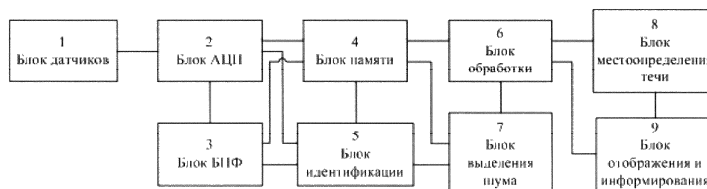
1. Устройство для диагностики и определения местоположения течей в магистральных трубопроводах, включающее блок датчиков, содержащий последовательно пронумерованные датчики, расположенные на поверхности трубы и образующие спираль с заданным шагом и угловым сдвигом в 90 или в 120° каждого датчика относительно предыдущего, блок аналогово-цифровых преобразователей для оцифровки сигналов от каждого датчика, блок устройств для быстрого преобразования Фурье сигналов от каждого датчика, блок памяти, блок идентификации, блок обработки, выполненный с функцией многоканального анализатора взаимно-корреляционной функции, блок выделения шума, блок местоопределения течи, выполненный с функцией реализации разностно-дальномерного метода, блок отображения и информирования; блок датчиков соединён с блоком АЦП; блок АЦП соединён с блоком датчиков, с блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и блоком идентификации; блок устройств для быстрого преобразования Фурье соединён с блоком АЦП и блоком идентификации; блок памяти соединён с блоком АЦП, блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком идентификации, блоком обработки и блоком выделения шума; блок идентификации соединён с блоком АЦП, с

блоком устройств для быстрого преобразования Фурье, с блоком памяти и с блоком выделения шума; блок обработки соединён с блоком памяти, с блоком выделения шума и с блоком местоопределения течи; блок выделения шума соединён с блоком идентификации, с блоком памяти и блоком обработки; блок местоопределения течи соединён с блоком обработки и с блоком отображения и информирования; блок отображения и информирования соединён с блоком обработки и блоком местоопределения течи.

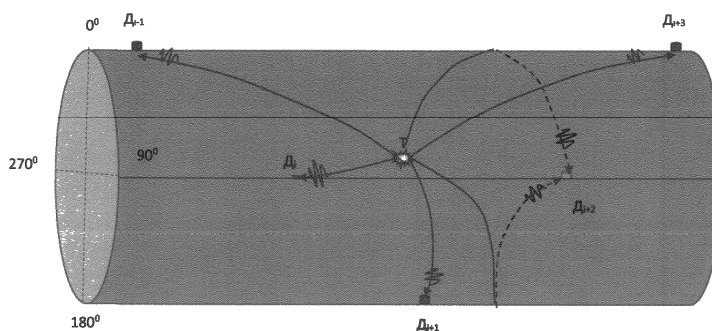
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве датчиков используются виброакустические датчики.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве датчиков используются датчики инфразвука.

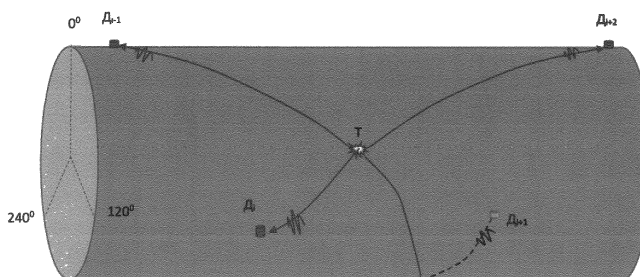
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок местоопределения течи выполнен с функцией реализации триангуляционного метода.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

