

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19628

(13) С1

(46) 2015.12.30

(51) МПК

F 17D 5/00

(2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СНАРЯДОВ В ТРУБОПРОВОДЕ

(21) Номер заявки: а 20130029

(22) 2013.01.10

(43) 2014.08.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Козусев Юрий Андреевич; Крышнев Юрий Викторович; Сахарук Андрей Владимирович; Столбов Максим Викторович; Старостенко Виталий Олегович; Захаренко Леонид Александрович; Кухаренко Сергей Николаевич; Гарбуз Вячеслав Николаевич; Лукашов Вячеслав Михайлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(56) RU 2110729 C1, 1998.

RU 2154768 C1, 2000.

RU 2177109 C2, 2001.

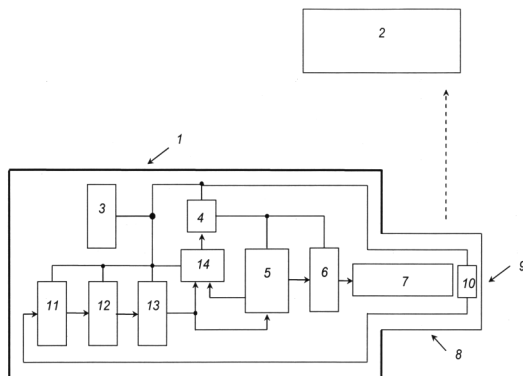
SU 1800216 A1, 1993.

DE 3626646 A1, 1988.

CN 201954262 U, 2011.

(57)

1. Устройство для определения местонахождения очистных и диагностических снарядов в трубопроводе, содержащее наземный приемник и передатчик электромагнитных сигналов, размещенный в закрепленном на снаряде герметичном контейнере, содержащий источник питания, соединенный через электронный ключ со входами питания блока управления и генератора, первый выход блока управления соединен со входом управления генератора, выход которого соединен с катушкой колебательного контура, отличающемся тем, что контейнер для передатчика содержит цилиндрическую секцию из немагнитного



ВУ 19628 С1 2015.12.30

материала для размещения катушки колебательного контура, между торцевой поверхностью цилиндрической секции и катушкой на ее оси установлен магниточувствительный элемент с усилителем, блок управления выполнен в виде микроконтроллера с энергонезависимой памятью, выход магниточувствительного элемента с усилителем через последовательно соединенные фильтр нижних частот, выпрямитель и компаратор соединен со входом микроконтроллера и первым входом логического элемента ИЛИ, выход которого соединен со входом электронного ключа, второй выход микроконтроллера соединен со вторым входом логического элемента ИЛИ, выход источника питания соединен со входами питания магниточувствительного элемента с усилителем, фильтра нижних частот, выпрямителя, компаратора и логического элемента ИЛИ.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что цилиндрическая секция выполнена из фторопласта, причем торцевая поверхность выполнена с толщиной в пределах от 5 до 15 мм.

3. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что магниточувствительный элемент выполнен в виде датчика Холла.

4. Устройство по п. 3, **отличающееся** тем, что датчик Холла ориентирован так, чтобы вектор направления тока питания был коллинеарен оси катушки.

5. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что магниточувствительный элемент выполнен в виде магниторезистора.

6. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что магниточувствительный элемент с усилителем содержит автономный источник питания.

7. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что резонансная частота образованного катушкой колебательного контура составляет от 20 до 25 Гц, частота среза фильтра нижних частот - от 0,5 до 2 Гц.

8. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что микроконтроллер с энергонезависимой памятью содержит аналого-цифровой преобразователь и выполнен с возможностью изменения скважности импульсов, управляющих генератором.

Изобретение относится к трубопроводному транспорту, в частности к эксплуатации магистральных и промысловых трубопроводов, и предназначено для поиска и определения местонахождения с поверхности грунта застрявших и контроля прохождения движущихся внутритрубных очистных и диагностических снарядов.

Известные устройства для обнаружения содержат устанавливаемый на внутритрубном снаряде передатчик в герметичном контейнере и наземное устройство для приема и обработки сигнала передатчика. Передатчик содержит последовательно подключенные источник питания, генератор и катушку индуктивности. Индуктивность катушки образует колебательный контур для повышения мощности излучения. Устройства содержат также блоки управления для модуляции генератора, что позволяет изменять скважность формируемых генератором импульсов [1-3].

Передатчики работают в агрессивных и взрывоопасных средах, под высоким давлением, требуют надежную герметичность и исключают вывод на внешнюю поверхность контейнера электрических контактов.

Недостатком известных устройств является низкий ресурс работы, обусловленный разрядом батарей питания во время хранения и транспортировки передатчика после его сборки. Для выключения и повторного включения передатчика необходима его разгерметизация и сборка, что часто невозможно непосредственно на трубопроводе.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для определения местонахождения снарядов в трубопроводе, содержащее приемник и передатчик электромагнитных сигналов, размещенный в закрепленном на снаряде герметичном контейнере, содержащий источник питания, соединенный через электронный ключ со входами питания блока управления и генератора, выход блока управления соединен со входом управления гене-

ратора, выход которого соединен с катушкой, причем в качестве блока управления используется модулятор с изменяемой скважностью, вход управления электронного ключа соединен с выходом логического элемента И, первый и второй входы которого соединены с выходами блока контроля напряжения питания и блоком временной задержки, входы блоков контроля напряжения питания и временной задержки соединены с выходом источника питания [4].

Перед помещением передатчика в трубопровод для экономии энергии питание подключается к блокам временной задержки и контроля напряжения. Затем устройство герметизируется, устанавливается на внутритрубный снаряд, который помещается в трубопровод. Подача питания через ключ на блок управления и генератор происходит через время, задаваемое блоком временной задержки.

Недостатком прототипа является неоптимальное использование ресурса источника питания, так как невозможно точно определить необходимое время задержки включения.

Кроме того, батареи питания разряжаются во время хранения и транспортировки передатчика после его сборки.

Для выключения и повторного включения передатчика необходима его разгерметизация и сборка, что часто невозможно непосредственно на трубопроводе.

Задача изобретения - повышение ресурса работы и расширение функциональных и эксплуатационных возможностей устройства.

Задача достигается тем, что в устройстве для определения местонахождения очистных и диагностических снарядов в трубопроводе, включающем приемник и размещенный в закрепленном на снаряде герметичном контейнере передатчик, содержащий источник питания, через электронный ключ соединенный со входами питания блока управления и генератора, первый выход блока управления соединен со входом управления генератора, выход которого соединен с катушкой, согласно изобретению, контейнер передатчика снабжен цилиндрической секцией из немагнитного материала для размещения катушки колебательного контура, между торцевой поверхностью цилиндрической секции и катушкой на ее оси установлен магниточувствительный элемент с усилителем, в качестве блока управления использован микроконтроллер с энергонезависимой памятью, выход магниточувствительного элемента с усилителем через последовательно соединенные фильтр нижних частот, выпрямитель и компаратор соединен со входом микроконтроллера и первым входом логического элемента ИЛИ, выход которого соединен со входом электронного ключа, второй выход микроконтроллера соединен со вторым входом логического элемента ИЛИ, выход источника питания соединен со входами питания магниточувствительного элемента с усилителем, фильтра нижних частот, выпрямителя, компаратора и логического элемента ИЛИ.

Основной технический результат - путем воздействия на магниточувствительный элемент постоянным магнитным полем передатчик переводится из ждущего режима в режим излучения и обратно без разгерметизации контейнера, что упрощает эксплуатацию устройства и увеличивает ресурс работы источника питания.

На фигуре показана схема устройства.

Устройство для определения местонахождения очистных и диагностических снарядов в трубопроводе содержит устанавливаемый на снаряде герметичный контейнер 1 с передатчиком и наземное устройство-приемник 2.

Передатчик содержит источник питания 3, через электронный ключ 4 соединенный со входами питания микроконтроллера 5 с энергонезависимой памятью и генератора 6, первый выход микроконтроллера 5 соединен со входом управления генератора 6, выход которого соединен с катушкой 7 колебательного контура.

Катушка 7 расположена в цилиндрической секции 8 из немагнитного материала. Между торцевой поверхностью 9 цилиндрической секции 8 и катушкой 7 на ее оси установлен магниточувствительный элемент 10 с усилителем.

BY 19628 C1 2015.12.30

Цилиндрическая секция 8 из немагнитного материала может быть выполнена из фторопласта, причем толщина торцевой поверхности 9 выбирается в пределах от 5 до 15 мм.

Магниточувствительный элемент 10 выполнен в виде датчика Холла.

Датчик Холла располагается на оси цилиндрической катушки 7 и ориентирован так, чтобы вектор направления тока питания датчика Холла был коллинеарен указанной оси.

В качестве магниточувствительного элемента 10 может быть использован магниторезистор.

Магниточувствительный элемент 10 с усилителем может содержать автономный источник питания.

Выход магниточувствительного элемента 10 с усилителем через последовательно соединенные фильтр нижних частот 11, выпрямитель 12 и компаратор 13 соединен с первым входом логического элемента ИЛИ 14 и со входом микроконтроллера 5, второй выход которого соединен со вторым входом логического элемента ИЛИ 14. Выход элемента ИЛИ 14 соединен со входом электронного ключа 4.

Выход источника питания 3 соединен со входами питания магниточувствительного элемента 10 с усилителем, фильтра нижних частот 11, выпрямителя 12, компаратора 13 и логического элемента ИЛИ 14.

Устройство работает следующим образом.

При подключении к передатчику источника питания 3 микроконтроллер 5 устанавливается в исходное состояние. В энергонезависимую память микроконтроллера 5 записывается информация об исходном состоянии, электронный ключ 4 разомкнут.

Питание подключено к фильтру нижних частот 11, выпрямителю 12, компаратору 13 и логическому элементу ИЛИ 14.

После сборки и герметизации передатчик находится в состоянии с низким уровнем потребления, готов для транспортировки и установки на внутритрубный снаряд.

Перед помещением в трубопровод передатчик устанавливается в активное состояние. Включение осуществляется бесконтактно путем воздействия магнитным полем постоянного магнита на магниточувствительный элемент 10 с усилителем через переднюю стенку 9 цилиндрической секции 8 из немагнитного материала.

Усиленный сигнал датчика магнитного поля через ФНЧ 11 и выпрямитель 12 поступает на компаратор 13. Компаратор 13 сравнивает сигнал с заданным уровнем и при превышении его сигналом через логический элемент ИЛИ 14 замыкает электронный ключ 4, питание подается на микроконтроллер 5 и генератор 6.

Применение выпрямителя 12 упрощает процессы включения и выключения, так как не требует определенного направления магнитной индукции поля постоянного магнита, воздействующего на магниточувствительный элемент 10 с усилителем. В любом случае, независимо от полярности постоянного напряжения на выходе датчика 10, после выпрямления поступающий на компаратор 13 сигнал имеет определенный знак.

Уровень срабатывания компаратора 13 устанавливается таким, чтобы исключить его срабатывание от помех в виде постоянных магнитных полей, в частности магнитного поля земли или магнитного поля токов катодной защиты трубопровода.

Влияние переменных магнитных полей нейтрализуется применением ФНЧ 11.

Для повышения помехозащищенности, снижения влияния кратковременных импульсных помех сигнал компаратора 13 также контролируется микроконтроллером 5.

Если длительность сигнала включения, поступающего на вход микроконтроллера 5 с выхода компаратора 13, превышает определенный интервал $T_{\text{мин}}$, микроконтроллер заносит в энергонезависимую память информацию о включенном состоянии. Сигналом со второго выхода микроконтроллера 5 через логический элемент ИЛИ 14 электронный ключ 4 удерживается включенным после снятия внешнего воздействия.

ВУ 19628 С1 2015.12.30

Одновременно в соответствии с заданной программой микроконтроллер 5 формирует требуемый интервал задержки включения генератора 6, чтобы сохранить ресурс источника на время выполнения необходимых технологических операций.

Устройство готово для перемещения во внутритрубном пространстве.

По истечении интервала задержки включения на выходе микроконтроллера 5 формируются импульсы модуляции генератора низкочастотных колебаний 6.

Микроконтроллер 5 формирует модулирующие генератор 6 пачки импульсов частотой, равной резонансной частоте колебательного контура.

Стационарное или мобильное наземное устройство - приемник 2 - принимает и обрабатывает прошедшее через стенки трубопровода и толщу грунта электромагнитное излучение.

В процессе работы микроконтроллер 5 с помощью встроенного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) контролирует напряжение источника питания 3 и в соответствии с заданным алгоритмом изменяет параметры модуляции генератора 6.

По одному из алгоритмов при неизменном периоде модуляции количество импульсов в пачке пропорционально напряжению питания.

По другому алгоритму при неизменном количестве импульсов в пачке длительность паузы между пачками обратно пропорциональна напряжению источника питания.

Контроль напряжения питания и соответствующая модуляция параметров излучения повышает время работы устройства. Чем сильнее разряд, тем меньше среднее потребление при сохранении мощности излучения. Наземный приемник 2 дешифрирует параметры модуляции, что позволяет обнаружить снаряд и получить информацию о состоянии батарей источника питания.

Это повышает эффективность обнаружения неподвижных снарядов и снижает вероятность их "потери" из-за отключения питания вследствие разряда батарей источника.

Во время эксплуатации устройства и по окончании выполнения снарядом технологических операций при наличии физического доступа к передатчику осуществляется выключение передатчика.

Выключение осуществляется также бесконтактно путем воздействия магнитным полем постоянного магнита на магниточувствительный элемент 10 с усилителем через переднюю стенку 9 цилиндрической секции 8 из немагнитного материала.

Если длительность сигнала выключения, поступающего на вход микроконтроллера 5 с выхода компаратора 13, превышает определенный интервал $T_{\text{мин}}$, микроконтроллер заносит в энергонезависимую память информацию о выключенном состоянии.

После снятия сигнала выключения электронный ключ 4 размыкается, передатчик переводится в ждущий режим и готов для следующего включения.

Таким образом, если в энергонезависимой памяти микроконтроллера 5 хранится информация о выключенном состоянии, сигнал магниточувствительного элемента 10 с усилителем воспринимается устройством как включающий, и наоборот, воздействие магнитным полем постоянного магнита на датчик 10 включенного передатчика переводит его в ждущий режим. Информация о текущем состоянии хранится в энергонезависимой памяти микроконтроллера 5, состояние передатчика также контролируется приемником 2.

Основным источником помех, воздействующим на канал управления включением-выключением передатчика, является переменное магнитное поле катушки 7 колебательного контура в режиме передачи пачек импульсов.

В заявляемом устройстве реализованы конструктивный, схемотехнический и алгоритмический методы нейтрализации переменного магнитного поля катушки 6, помех от линий электропередач, пульсирующих токов катодной защиты и иных электромагнитных помех.

Конструктивно магниточувствительный элемент 10 располагается на оси катушки 7 и ориентирован так, чтобы вектор индукции переменного поля катушки был коллинеарен магниточувствительной оси датчика 10.

BY 19628 C1 2015.12.30

Постоянный магнит, применяемый оператором при включении и выключении передатчика, имеет такую форму, чтобы его силовые линии были ортогональны магниточувствительной оси датчика 10.

В этом случае обеспечивается минимальная чувствительность датчика 10 к магнитному полю катушки.

Схемотехнический метод заключается в применении ФНЧ 10 в канале управления.

Колебательный контур, содержащий катушку 7, настраивается на резонансную частоту $F_p = 20-25$ Гц. Частота среза ФНЧ 10 второго порядка выбирается в пределах $F_{cp} = 0,5-2$ Гц, что позволяет эффективно ослаблять остаточный переменный и импульсный сигнал до его выпрямления и сравнения с заданным уровнем компаратором 13.

Алгоритмический метод состоит в том, что микроконтроллер 5 изменяет информацию о состоянии передатчика в энергонезависимой памяти лишь при превышении длительности сигнала переключения заданного минимального интервала $T_{мин}$, причем этот интервал выбирается из условия

$$T_{мин} > \frac{1}{F_{cp}} > \frac{1}{F_p}.$$

В опытном образце передатчика минимальный интервал выбирается в пределах $T_{мин} = 5-10$ с.

Заявляемое устройство позволяет переводить передатчик из ждущего режима в режим излучения и обратно без разгерметизации контейнера, что упрощает эксплуатацию устройства и увеличивает ресурс работы источника питания.

Повышается эффективность обнаружения неподвижных снарядов и снижается вероятность их "потери" из-за отключения питания вследствие разряда батарей источника.

Источники информации:

1. SU 987278, МПК F 17D 5/00, 1983.
2. RU 2210020 C1, МПК F 16L 55/48, 2003.
3. RU 22068015 C1, МПК F 16L 55/48, 2003.
4. RU 2110729 C1, МПК F 17D 5/00, 1998.