

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036962**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.01.20

(51) Int. Cl. **F16L 55/26** (2006.01)
F16L 101/30 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900227

(22) Дата подачи заявки
2019.03.07

(54) СИСТЕМА ВНУТРИТРУБНОГО КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДА

(43) **2020.09.30**

(56) RU-C1-2418234
US-A-5465758
RU-U1-133896
RU-C1-2605234
US-A-4654702
GB-A-2544529

(96) **2019/ЕА/0021 (BY) 2019.03.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"МЕМПЭК" (BY)**

(72) Изобретатель:
**Моисеев Виктор Александрович,
Кудрик Виталий Генрихович (BY)**

(74) Представитель:
Самцов В.П. (BY)

(57) Изобретение относится к средствам для контроля за состоянием трубопроводов и предназначено для использования при прокладке новых и обследования действующих трубопроводов. Техническим результатом является повышение точности измерения параметров профиля и целостности трубопровода. Система включает профилемер (1) и средство его перемещения в виде самоходного зонда (7) с колесным шасси (9). Корпус (2) профилемера (1) содержит блок опорных колес (4), шарнир (3) и отсек (6) с измерителем расстояний, функционально связанным с опорными колесами (4). Задняя часть корпуса (17) самоходного зонда (7) содержит шарнирную ось (15) для присоединения шарнира (3) на корпусе (2) профилемера (1). Самоходный зонд (7) снабжен блоком (8) с видеокамерой (18) внутри прозрачной полусферы (12), где размещены также электродвигатели поворота (19) видеокамеры (18) на угол от -60 до +60° по горизонтали и на угол -30 до +90° по вертикали. Самоходный зонд 7 содержит коммуникационный электрический кабель 13 для передачи бортовой информации от электронного блока 16, подачи электрического питания на электродвигатели поворота 19 видеокамеры 18 и электродвигатель 14 для привода колес шасси 9.

B1**036962****036962****B1**

Изобретение относится к средствам для контроля за состоянием трубопроводов, а также определения вертикального профиля труб и предназначено для использования при прокладке новых и обследования действующих трубопроводов.

Известен профилемер для контроля полости магистральных нефте-газо-продуктопроводов [1]. На корпусе профилемера закреплен пояс чувствительных рычагов, прижимаемых к внутренней поверхности трубопровода. В корпусе размещены средства обработки и хранения измеренных данных, одометрическая система и электромагнитный маркерный передатчик для определения положения дефектоскопа внутри трубопровода. Отклонения рычагов измеряются датчиками угла поворота на основе элементов Холла с одновременным измерением температуры датчиков. Используются датчики Холла с частотой среза полосы пропускания по магнитному полю не менее 200 Гц. Перед поясом чувствительных рычагов установлены две эластичные манжеты, плотно прилегающие к поверхности трубопровода. Область между первой и второй манжетами сообщается с областью после второй манжеты через сквозные отверстия в манжете и/или корпусе. Контроль температуры элементов Холла позволяет вносить коррективы в данные измерений.

Известен также внутритрубный многоканальный профилемер для контроля профиля полости трубопровода [2]. Профилемер включает корпус с герметичным отсеком и установленные на нем, как минимум, переднюю и заднюю центрирующие эластичные манжеты, а также одометрическое устройство, по крайней мере один пояс измерительных рычагов. Рычаги одними своими концами симметрично закреплены на корпусе по его периметру в поперечном сечении трубопровода, которые упруго прижаты другими своими концами к внутренней поверхности трубопровода и содержат регулярные промежутки между измерительными рычагами, а также множество датчиков угла поворота указанных измерительных рычагов. Профилемер снабжен средствами обработки и хранения результатов измерений, источником питания, подключенным к средствам обработки и хранения результатов измерений. Профилемер включает в себя по крайней мере одно кольцо из эластичного материала, например из полиуретана, расположенное в периферической области эластичной манжеты, позади нее, которое по своему периметру равномерно крепится к каждому из указанных измерительных рычагов и выступам манжеты, которые осесимметрично расположены в периферической области задней поверхности эластичной манжеты между измерительными рычагами.

В патентной заявке описан внутритрубный инспекционный прибор [3]. Прибор включает корпус, имеющий передний и задний концы, эластичную герметизирующую манжету, расположенную на переднем конце корпуса прибора, множество измерительных подпружиненных рычагов, контактирующих с внутренней (задней) поверхностью герметизирующей манжеты, которые снабжены датчиками для измерения внутренних размеров трубы, по которой перемещается прибор, а также поддерживающую манжету, расположенную на заднем конце корпуса прибора, и по крайней мере один одометр и процессор для записи измеренных данных.

Недостатком известных из уровня техники конструкций профиломеров являются низкие достоверность и качество измерений за счет неравномерности перемещения устройств в трубопроводе вследствие повышенного трения манжет о стенки трубопровода.

Наиболее близким аналогом изобретения является внутритрубный многоканальный профилемер, описанный в патенте [4], который выбран в качестве прототипа. Устройство включает одну секцию, состоящую из корпуса, на котором установлены опорные диски, колесные блоки подвески, манжеты и по крайней мере один пояс измерительных подпружиненных рычагов. В металлическом корпусе внутритрубного многоканального профилемера размещены источник питания и электронная секция, которая представляет собой герметичную оболочку с размещенными внутри нее батарейным блоком, модулем электроники, бесплатформенной инерциальной навигационной системой на основе волоконно-оптических гироскопов и системой микромеханических акселерометров, выполненной в одноосном подвесе, а также бортовыми накопителями информации и маркерным бортовым приемопередатчиком. Многоканальная профилометрия с использованием данного устройства заключается в том, что внутритрубный многоканальный профилемер движется в трубопроводе под действием потока перекачиваемого продукта. При прохождении им трубопровода происходит определение внутреннего профиля посредством периодической регистрации угла отклонения рычагов, также имеется возможность определения пространственного положения трубопровода посредством реализованной в блоке электроники бесплатформенной инерциальной навигационной системы.

Профилемер снабжен колесными блоками подвески, которые установлены в передней и задней частях металлического корпуса и служат для улучшения центрирования внутритрубного многоканального профилемера в трубопроводе, а также для разгрузки манжет от действия на них веса внутритрубного многоканального профилемера. Колесные блоки подвески представляют собой металлическое основание, к которому на поперечных осях крепятся подвижные рычаги с расположенными на них колесными опорами на одном конце рычага. На другом конце рычага установлена тяга, проходящая через отверстие в основании блока и далее внутри пружины сжатия. Один опорный торец пружины сжатия опирается на основание, а другой - в регулировочную шайбу, установленную на другом конце тяги. Для уменьшения трения колесный блок подвески имеет в своем составе подшипниковый узел, а также устройство для по-

дачи в него подшипниковой смазки. Профилемер оснащен специальными пружинами для предотвращения накапливания электростатических зарядов на металлическом корпусе, что препятствует возникновению разности потенциалов между прибором и трубопроводом, предотвращая тем самым опасное искрообразование.

Внутритрубный многоканальный профилемер является диагностическим комплексом с навигационной системой, способной определять пространственное положение трубопровода, и оснащен одометрической системой, с каждого индукционного датчика которой импульсы передаются по кабелю в контроллер, где производится их подсчет. Число импульсов пропорционально пройденному профилемером расстоянию. Профилемер перемещается в трубопроводе под действием потока перекачиваемого продукта. Опорные диски служат для уменьшения величины угловых перемещений, возникающих под внешним воздействием на внутритрубный многоканальный профилемер, например, при преодолении им препятствий, вмятин, и, наряду с колесными блоками подвески и полиуретановыми манжетами, центрируют внутритрубный многоканальный профилемер в трубопроводе.

Недостатком прототипа является отсутствие независимого привода, что ограничивает возможность автономного перемещения внутритрубного многоканального профилера по трубопроводу. Недостатком также является отсутствие функции телеинспекции и построение профиля трубопровода в реальном режиме времени.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и повышение надежности контроля профиля трубопровода.

Техническим результатом изобретения является повышение точности измерения параметров профиля и целостности трубопровода, а также определение вертикального профиля труб.

Технический результат достигается тем, что система внутритрубного контроля трубопровода включает профилемер со средством перемещения, содержащий корпус с блоками опорных колес и размещенный в корпусе отсек с герметичным модулем электроники, выполненный с возможностью накопления обработки и передачи бортовой информации, согласно изобретению корпус профилера снабжен шарниром и содержит отсек с измерителем расстояний, функционально связанным с блоками опорных колес, а средство перемещения профилера выполнено в виде самоходного зонда, содержащего колесное шасси с ведущими колесами, закрепленное на корпусе, на котором смонтированы электродвигатель для привода ведущих колес шасси, блок шарниров с блоком видеокамеры, установленной внутри прозрачной полусферы и снабженной электродвигателями поворота видеокамеры, причем самоходный зонд снабжен коммуникационным электрическим кабелем для передачи бортовой информации от электронного блока, подачи электрического питания на электродвигатели поворота и электродвигатель для привода колес шасси, а на задней части корпуса самоходного зонда смонтирована шарнирная ось для присоединения шарнира корпуса профилера.

Опорное колесо является измерительным и выполнено с возможностью измерения расстояния при перемещении профилера.

Коммуникационный электрический кабель для передачи бортовой информации самоходного автономного зонда выполнен типа "витая пара" в уличном исполнении.

Блок шарниров на корпусе самоходного зонда выполнен с возможностью подъема вручную блока с видеокамерой на заданную высоту.

Корпус самоходного зонда выполнен из латуни заданной массы для обеспечения сцепления колес шасси с трубопроводом.

Сущность изобретения поясняется чертежами на фиг. 1-3.

На фиг. 1 представлен вид в сборе системы внутритрубного контроля трубопровода.

На фиг. 2 - вид задней части зонда, присоединенного к профилемеру.

На фиг. 3 - фрагмент вида блока с видеокамерой внутри прозрачной полусферы.

Система внутритрубного контроля включает профилемер 1, содержащий корпус 2 с блоками опорных измерительных колес 4, шарнир 3, размещенный на корпусе 2, отсек 6 с измерителем расстояний, отсек с герметичным модулем электроники 5 и средство перемещения профилера 1 - самоходный зонд 7, выполненный в виде корпуса 17 с колесным шасси 9, на котором смонтированы блок 16 электроники, электродвигатель 14 для привода колес шасси 9, блок шарниров 11, блок 8 видеокамеры 18 внутри прозрачной полусферы 12, электродвигатели 19 поворота видеокамеры 18, коммуникационный электрический кабель 13, электродвигатель 14 привода колес шасси 9, шарнирная ось 15 на задней части корпуса 17 для присоединения шарнира 3 корпуса 2 профилера 1.

Изобретение реализуют следующим образом.

Изготавливают отдельные элементы системы. В процессе сборки на корпус 2 профилера 1 монтируют переднее и заднее блоки опорных измерительных колес 4 для измерения расстояний при перемещении профилера 1. Устанавливают в отсек модуль электроники 5, измеритель расстояний в отсек 6 и шарнир 3 для соединения профилера 1 с самоходным зондом 7. Самоходный зонд 7 при сборке снабжают колесным шасси 9, монтируемым на корпусе 17, а для привода осей колесного шасси 9 в отсек корпуса 17 устанавливают электродвигатель 14. Сверху корпуса 17 монтируют шарнир 11, на котором закрепляют блок 8 для видеокамеры 18 и закрывают ее прозрачной полусферой 12. Внутри блока 8 для

видеокамеры 18 устанавливают электродвигатели 19 для поворота видеокамеры 18 на заданный угол по горизонтали и вертикали (см. фиг. 3). Корпус 17 самоходного зонда 7 выполняют из латуни с удельной плотностью 8440 кг/м^3 и расчетной массой зонда 16 кг, что обеспечивает необходимое трение сцепления колес шасси 9 со стенкой трубопровода, при этом самоходный зонд 7 способен тянуть за собой свыше 50 м коммуникационного электрического кабеля 13 с тросом (на чертеже не показан). Затем профилемер 1 соединяют с самоходным зондом 7 (см. фиг. 2), для чего шарнир 3 на корпусе 2 вводят в зацепление с шарнирной осью 15 на задней части корпуса 17 самоходного зонда 7. Одновременно коммуникационным электрическим кабелем 13 через разъем соединяют электронный блок 16 самоходного зонда 7 с модулем электроники 5, измерителем расстояний в отсеке 6 профилемера 1 и приводят систему внутритрубно́го контроля трубопровода в готовность к работе (см. фиг. 1). Степень защиты компонентов системы внутритрубно́го контроля трубопровода соответствует Ip 65.

В системе внутритрубно́го контроля самоходный зонд 7 выполняет функцию протягивания профилемера 1 и телеинспекции обследуемого трубопровода. Для улучшенной проходимости в условиях загрязненного трубопровода шасси 9 самоходного зонда 7 снабжено четырьмя парами колес, которые все являются ведущими, а протектор колес выполнен с агрессивными грунтозацепами (на чертеже не показано). При этом для обследования коллекторов трубопроводов диаметром больше 250 мм колеса шасси 9 самоходного зонда 7 меняют, для этого внутренние колеса снимают, а вместо крайних колес устанавливаются колеса большего диаметра и с большим разномом, что увеличивает устойчивость и проходимость самоходного зонда 7.

Для проведения внутритрубно́го контроля трубопровода собранную систему посредством прицепных петель 10 на корпусе 17 самоходного зонда 7 опускают в исследуемую трубу (на чертеже не показано), при этом блок 8 с видеокамерой 18 на блоке шарниров 11 винтом (на чертеже не показано) вручную поднимают на необходимую высоту в зависимости от диаметра трубопровода. Для труб с внутренним диаметром 140 видеокамеру 18 опускают вплотную к корпусу 17, а для труб с большим диаметром, чтобы прозрачная полусфера 12 не загрязнялась отходами, блок 8 с видеокамерой 18 поднимают по месту на большую высоту. Поскольку шарнирная ось 15 на корпусе 17 самоходного зонда 7 и шарнир 3 на корпусе 2 профилемера 1 образуют шарнирное соединение с одной степенью свободы это позволяет поочередно заводить в трубопровод сначала самоходный зонд 7, а затем профилемер 1, благодаря чему возможна эксплуатация системы внутритрубно́го контроля в узких колодцах со смещением лотка трубопровода в сторону (на чертеже не показано). Для обеспечения движения системы внутритрубно́го контроля по трубе в обратном направлении ее вытягивают с помощью троса, который связан с датчиком натяжения (на чертеже не показано), и если нет натяжения, то электродвигатель 14 привода колес шасси 9 останавливается, при этом вращение ведущих колес прекращается, что предотвращает попадание троса в ведущие колеса самоходного зонда 7 и недопустимый разворот профилемера 1 поперек исследуемой трубы. Для увеличения точности измерения профиля трубы алгоритм движения системы внутритрубно́го контроля подбирают таким образом, чтобы интервал между измерениями был кратен длине колесной базы блоков опорных измерительных колес 4, а непосредственно измерения проводят после полной остановки системы профилемер 1 - самоходный зонд 7. Конструктивно в системе внутритрубно́го контроля также реализована возможность построения профиля трубопровода в реальном режиме времени, т.е. график вычерчивается по мере продвижения по трубе самоходного зонда 7 с профилемером 1. Профилемер 1 системы внутритрубно́го контроля выполнен высокоточным и характеризуется рабочим диапазоном -15° - $+15^\circ$, диапазоном крена -90° - $+90^\circ$, точностью измерения уклона $\pm 30^\circ$, что достигается соответствующей ориентацией осей акселерометра и инклинометра размещенных в отсеке 6 с измерителем расстояния (на чертеже не показаны) и компенсацией по температуре показаний датчика угла поворота инклинометра и датчика ускорений акселерометра (на чертеже не показаны).

В процессе работы системы внутритрубно́го контроля по коммуникационному кабелю 13 с пульта управления (на чертеже не показано) оператором подаются необходимые команды управления на электронный блок 16 управления и принимается текущая информация от модуля электроники 5, измерителя расстояний 6, размещенного в отсеке 6 профилемера 1, и видеосигналы от видеокамеры 18 самоходного зонда 7. Также по коммуникационному кабелю 13 подается питание на электродвигатель 14 привода осей колесного шасси 9 и на электродвигатели 19 для поворота видеокамеры 18. Электродвигатели 19 обеспечивают возможность управления видеокамерой 18 с поворотом ее на угол от -45° до $+45^\circ$ по горизонтали и на угол -30° до $+90^\circ$ по вертикали.

Для уменьшения омических потерь в коммуникационном кабеле 1 в процессе измерений напряжение на электронные схемы системы предварительно поднимают с 12 до 36 В, а затем снижают до 12 и 5 В. При передаче видеосигнала по коммуникационному кабелю 13 типа "витая пара" осуществляют двойное преобразование сигнала сначала рассогласующим усилителем на стороне видеокамеры 18, а затем согласующим усилителем на стороне пульта оператора с монитором (на чертеже не показано).

Поставленная в изобретении задача и технический результат достигаются за счет блочного исполнения системы внутритрубно́го контроля трубопровода, при этом одновременно осуществляют визуальный телеметрический контроль состояния трубопровода и вычерчивают с высокой точностью профиль

трубопровода в реальном режиме времени. Измеряемые измерителем расстояний 6 параметры записываются в памяти модуля электроники 5, который обеспечивает возможность накопления обработки и передачи бортовой информации на пульт оператора.

Необходимая точность внутритрубного контроля достигается за счет оригинального исполнения системы, позволяющей вести обзор трубопровода посредством видеокамеры 18 в процессе измерения и получения телеметрической информации о состоянии стенок трубы, при этом графическая информация дополняется телеметрическим контролем внутреннего состояния поверхности обследуемого объекта.

Источники информации:

- 1) RU № 2164661 C1, 27.03.2001.
- 2) RU № 131866 U1, 27.08.2013.
- 3) US № 20100790839 A, 2010.05.30.
- 4) RU № 2529820 C2, 27.09.2014 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

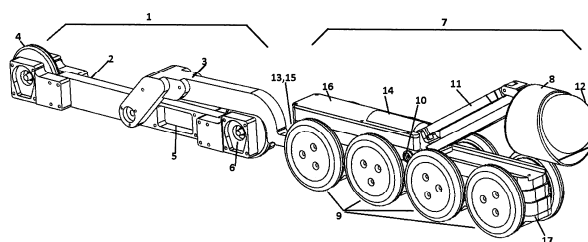
1. Система внутритрубного контроля трубопровода, включающая профилемер (1) со средством перемещения, содержащий корпус (2) с блоками опорных колес (4) и размещенный в корпусе (2) герметичный модуль электроники (5), выполненный с возможностью накопления обработки и передачи бортовой информации, отличающаяся тем, что корпус (2) профилемера (1) снабжен шарниром (3) и содержит отсек (6) с измерителем расстояний, функционально связанным с блоками опорных колес (4), а средство перемещения профилемера (1) выполнено в виде самоходного зонда (7), содержащего колесное шасси (9) с ведущими колесами, закрепленное на корпусе (17), на котором смонтированы электродвигатель (14) для привода ведущих колес шасси (9), блок шарниров (11) с блоком (8) видеокамеры (18), установленной внутри прозрачной полусферы (12) и снабженной электродвигателями поворота (19) видеокамеры (18) на угол от -60° до $+60^\circ$ по горизонтали и на угол -30° до $+90^\circ$ по вертикали, причем самоходный зонд (7) снабжен коммуникационным электрическим кабелем (13) для передачи бортовой информации от электронного блока (16), подачи электрического питания на электродвигатели поворота (19) и электродвигатель (14) для привода колес шасси (9), а на задней части корпуса (17) самоходного зонда (7) смонтирована шарнирная ось (15) для присоединения шарнира (3) корпуса (2) профилемера (1).

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что опорное колесо (4) является измерительным для измерения расстояния при перемещении профилемера (1).

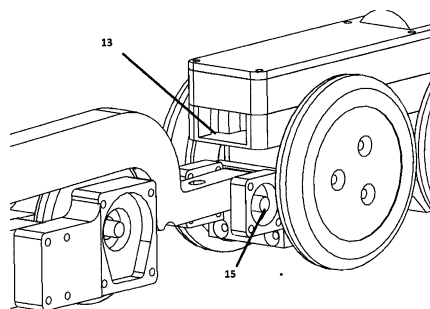
3. Система по п.1, отличающаяся тем, что коммуникационный электрический кабель (13) для передачи бортовой информации самоходного автономного зонда (7) выполнен типа "витая пара" в уличном исполнении.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что блок шарниров (11) на корпусе (17) самоходного зонда (7) выполнен с возможностью подъема вручную блока (8) с видеокамерой (18) на заданную высоту.

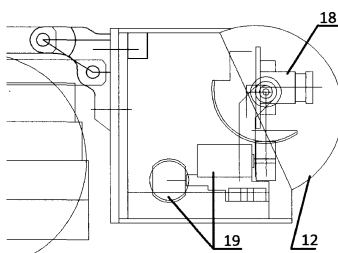
5. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпус (17) самоходного зонда (7) выполнен из латуни заданной массы для обеспечения сцепления колес шасси (9) с трубопроводом.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

