



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013107010/03, 15.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
19.07.2010 US 12/838,736

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2014 Бюл. № 24

(45) Опубликовано: 27.09.2015 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2009140044 A2, 19.11.2009. RU 2390629 C2, 27.05.2010. US 20100107754 A1, 06.05.2010. WO 9609561 A1, 28.03.1996. US 20030094281 A1, 22.05.2003. US 20020040963 A1, 11.04.2002. US 20040238166 A1, 02.12.2004. RU 2272907 C2, 27.03.2006. RU 2341652 C1, 20.12.2008. RU 2324816 C2, 20.05.2008

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 19.02.2013

(86) Заявка РСТ:
GB 2011/001068 (15.07.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/010821 (26.01.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

МАЙДА Джон Л. (US),
САМСОН Этьенн М. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ХЭЛЛИБЕРТОН ЭНЕРДЖИ СЕРВИСИЗ,
ИНК. (US)

(54) СВЯЗЬ ЧЕРЕЗ ЗАЩИТНУЮ ОБОЛОЧКУ ЛИНИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам регистрации передачи данных в скважине. Техническим результатом является повышение надежности регистрации и передачи информации из скважины на поверхность по непрерывной линии передачи. Предложена регистрирующая система, содержащая: датчик; передатчик, передающий сигнал, причем сигнал включает в себя показание параметра, измеренного датчиком; по меньшей мере одно регистрирующее

устройство, принимающее сигнал. Причем регистрирующее устройство включает в себя линию передачи, заключенную в защитную оболочку, и сигнал детектируется линией передачи через материал защитной оболочки, причем линия передачи содержит электрический проводник, и причем сигнал содержит акустический сигнал. Кроме того, система содержит систему опроса, которая детектирует по меньшей мере одно из трибоэлектрический

шум, генерируемый в ответ на акустический сигнал, и пьезоэлектрическую энергию,

генерируемую в ответ на акустический сигнал. 2 н. и 16 з.п. ф-лы, 8 ил.

R U 2 5 6 4 0 4 0 C 2

R U 2 5 6 4 0 4 0 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 564 040** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
E21B 47/12 (2012.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013107010/03, 15.07.2011**

(24) Effective date for property rights:
15.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:
19.07.2010 US 12/838,736

(43) Application published: **27.08.2014** Bull. № **24**

(45) Date of publication: **27.09.2015** Bull. № **27**

(85) Commencement of national phase: **19.02.2013**

(86) PCT application:
GB 2011/001068 (15.07.2011)

(87) PCT publication:
WO 2012/010821 (26.01.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MAJDA Dzhon L. (US),
SAMSON Eht'enn M. (US)**

(73) Proprietor(s):

**KhEhLLIBERTON EhNERDZhi SERVISIZ,
INK. (US)**

(54) **CONNECTION VIA PROTECTIVE SHELL OF LINE**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to facilities for registration of data transmission in a well. A registration system is proposed, comprising: a sensor; a transmitter transmitting a signal, besides, the signal includes a parameter reading measured by the sensor; at least one registration device receiving the signal. Besides, the registration device includes a transmission line enclosed into a protective shell, and the signal is detected by the transmission line via the protective shell material, besides, the transmission line comprises an electric

conductor, and besides, the signal comprises an acoustic signal. Besides, the system comprises a polling system, which detects at least one of the following: triboelectric noise generated in response to an acoustic signal and piezoelectric energy generated in response to an acoustic signal.

EFFECT: increased reliability of registration and transmission of information from a well to a surface along a continuous transmission line.

18 cl, 8 dwg

Данное изобретение относится, в общем, к используемому оборудованию и работам, выполняемым в подземных скважинах, и в примере, описанном ниже, более конкретно, обеспечивает связь через защитную оболочку линии связи.

Обычно требуется заключать линии передачи, используемые в подземных скважинах, в защитные оболочки (такие как изоляционный материал, защитные трубы, армированная оплетка, защитный чехол оптического волокна и т.д.), для предотвращения повреждения линий передачи в скважинной среде и обеспечения надлежащего функционирования линий. К сожалению, защитные оболочки должны часто прерываться для образования соединений с другим оборудованием, таким как датчики, и т.д.

Поэтому, должно быть ясно, что необходимы улучшения предшествующего уровня техники, обеспечивающие связь через защитные оболочки линий передачи в скважине. Такие улучшения должны быть полезны для передачи измерений датчиков и для других форм связи, телеметрии и т.д.

Ниже описаны системы и способы, которые предложены для обеспечения улучшений уровня техники связи в подземных скважинах. В одном аспекте акустические сигналы передаются с передатчика в линию передачи через материал защитной оболочки, в которую линия заключена. В другом аспекте датчик осуществляет связь с линией передачи без выполнения прямого соединения между линией и датчиком.

В одном аспекте, настоящее изобретение обеспечивает систему связи. Система связи может включать в себя передатчик, передающий сигнал, и, по меньшей мере, одно регистрирующее устройство, принимающее сигнал. Регистрирующее устройство включает в себя линию передачи, заключенную в защитную оболочку. Сигнал детектируется линией через материал защитной оболочки.

Регистрирующая система также предусмотрена в данном изобретении. Регистрирующая система может включать в себя, по меньшей мере, один датчик, регистрирующий параметр, по меньшей мере, одно регистрирующее устройство, принимающее показание параметра, при этом регистрирующее устройство включает в себя линию передачи, заключенную в защитную оболочку, и передатчик, передающий показание параметра в линию передачи через материал защитной оболочки.

В другом аспекте обеспечен способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком. Способ может включать в себя установку регистрирующего устройства в непосредственной близости от датчика и передачу показания зарегистрированного параметра в линию передачи регистрирующего устройства. Показание передается через материал защитной оболочки, заключающей в себе линию передачи.

В еще одном аспекте способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком, может включать в себя этапы установки оптического волновода в непосредственной близости от датчика и передачи показания зарегистрированного параметра в оптический волновод, при этом показание передается акустически через материал защитной оболочки, заключающей в себе оптический волновод.

В дополнительном аспекте система 12 регистрации, описываемая ниже, включает в себя объект, перемещающийся в подземной скважине. По меньшей мере, одно регистрирующее устройство принимает сигнал от этого объекта. Регистрирующее устройство включает в себя линию (такую как электрическая линия и/или оптические волноводы), заключенную в защитную оболочку, и сигнал детектируется линией передачи через материал защитной оболочки.

Согласно одному аспекту изобретения обеспечена регистрирующая система, содержащая: передатчик, передающий сигнал; и, по меньшей мере, одно регистрирующее

устройство, принимающее сигнал, причем, регистрирующее устройство включает в себя линию передачи, заключенную в защитную оболочку, и сигнал детектируется линией через материал защитной оболочки.

Согласно другому аспекту изобретения обеспечен способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком, содержащий: установку регистрирующего устройства в непосредственной близости от датчика и передачу показания зарегистрированного параметра в линию передачи регистрирующего устройства, причем, показание передается через материал защитной оболочки, заключающей в себе линию передачи.

Данные и другие признаки, преимущества и выгоды будут понятны специалисту в данной области техники после тщательного рассмотрения подробного описания иллюстративных примеров, приведенных ниже и прилагаемых чертежей, в которых аналогичные элементы указаны на различных фигурах одинаковыми ссылочными позициями.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На Фиг.1 показан схематичный вид в сечении скважинной системы и соответствующий способ, реализующие принципы настоящего изобретения.

На Фиг.2 показан с увеличением схематичный вид в сечении объекта, который можно использовать в скважинной системе Фиг.1.

На Фиг.3 показан схематичный вид в сечении другой конфигурации скважинной системы.

На Фиг.4 показан схематичный вид в сечении еще одной конфигурации скважинной системы.

На Фиг.5 показан схематичный вид в сечении дополнительной конфигурации скважинной системы.

На Фиг.6 показан с увеличением схематичный вид в сечении кабеля, который можно использовать в скважинной системе.

На Фиг.7 показан схематичный вид в сечении кабеля Фиг.6, прикрепленного к объекту, передающему сигнал в кабель.

На Фиг.8 показан схематичный вид сверху регистрирующей системы, реализующей принципы данного раскрытия изобретения.

Соответственно, на Фиг.1 показана скважинная система 10 и соответствующий способ, реализующие принципы данного изобретения. В системе 10, показанной на Фиг.1, регистрирующая система 12 используется для мониторинга объектов 14, перемещающихся в стволе 16 скважины. Ствол 16 скважины в данном примере ограничен обсадной колонной 18 и цементом 20.

При использовании в данном документе, термин "цемент" используется для обозначения затвердевающего материала, применяемого для изоляции кольцевого пространства в скважине, такого как кольцевое пространство 22, образующееся радиально между стволом 16 скважины и обсадной колонной 18. Цементирующим материалом необязательно является цемент, поскольку другие типы материалов (например, полимеры, такие как эпоксидные смолы, и т.д.) могут использоваться вместо портландцемента, или в дополнение к нему. Цемент может отверждаться гидратированием, с течением времени, нагреванием, сшивкой и/или с помощью любой другой методики.

При использовании в данном документе термин "обсадная колонна" используется для обозначения, в общем, трубчатой колонны, образующей защитную обкладку ствола скважины. Обсадная колонна может включать в себя любые типы конструкций, известных специалистам в данной области техники, такие как обсадная колонна,

хвостовик или трубопровод. Обсадная колонна может быть сегментированной или непрерывной и может поставляться готовой для установки, или может формироваться на месте.

Регистрирующая система 12 содержит, по меньшей мере, одно регистрирующее устройство 24, показанное на Фиг.1 содержащим линию передачи, проходящую вдоль ствола 16 скважины. В варианте осуществления по Фиг.1 регистрирующее устройство 24 установлено снаружи обсадной колонны 18 в кольцевом пространстве 22 и в контакте с цементом 20.

Вместе с тем, регистрирующее устройство 24 может устанавливаться в стенке обсадной колонны 18, во внутреннем пространстве обсадной колонны, в другой трубной трассе в обсадной колонне, в не обсаженной секции ствола 16 скважины, в другом кольцевом пространстве и т.д. Таким образом, следует понимать, что принципы данного изобретения не ограничены вариантом размещения регистрирующего устройства 24, показанным на Фиг.1.

Регистрирующая система 12 может также включать в себя датчики 26, продольно разнесенные по обсадной колонне 18. Вместе с тем, предпочтительно, регистрирующее устройство 24 само служит датчиком, как описано более подробно ниже. Таким образом, регистрирующее устройство 24 можно использовать в качестве датчика, независимо от использования других датчиков 26.

Хотя только одно регистрирующее устройство 24 показано на Фиг.1, любое число регистрирующих устройств можно использовать. Пример с тремя регистрирующими устройствами 24а-с в кабеле 60 регистрирующей системы 12 показан на Фиг.6 и 7. Кабель 60 можно использовать для регистрирующего устройства 24.

Объекты 14 в варианте осуществления на Фиг.1 предпочтительно относятся к известным специалисту в данной области техники уплотнительным шарикам, которые используются для изоляции перфораций 28 для целей отвода при разрыве пласта и в других операциях по интенсификации притока. Перфорации 28 обеспечивают сообщение текучей средой между внутренним пространством обсадной колонны 18 и формацией 30 пород, пересеченной стволом 16 скважины.

Полезной являлась бы возможность проследивать перемещение объектов 14 при их падении или дрейфе вместе с текучей средой через обсадную колонну 18. Также полезной являлось бы знание о положении каждого объекта 14, определение тех объектов, которые уже размещены в надлежащих перфорациях 28 (и таким образом, информация о тех перфорациях, которые остались открытыми), прием измерений датчиков (таких как давление, температура, показатель pH и т.д.) от объектов и т.д.

При использовании регистрирующего устройства 24 в качестве датчика можно детектировать передачи от объектов 14 и можно узнать положение, скорость, идентификационную информацию и т.д. объектов в стволе 16 скважины. Показания параметров, зарегистрированных датчиком (датчиками) в объектах 14, также можно детектировать.

Регистрирующее устройство 24 может содержать один или несколько оптических волноводов, и информация может передаваться акустически от объектов 14 в оптические волноводы. Например, акустический сигнал, переданный от объекта 14 в регистрирующее устройство 24, может возбуждать вибрацию оптического волновода, местоположение и другие характеристики которой можно детектировать с использованием системы 32 опроса. Система 32 опроса может детектировать усиление обратного бриллюэновского рассеяния или когерентное обратное релеевское рассеяние, происходящее от света, передаваемого через оптический волновод.

Оптический волновод (волноводы) может содержать оптические волокна, оптические ленты или оптические волноводы других типов. Оптический волновод (волноводы) может содержать одномодовые или многомодовые волноводы или любые их комбинации.

5 Система 32 опроса оптически соединяется с оптическим волноводом в удаленном местоположении, например, на поверхности земли, морском дне или подводном сооружении и т.д. Система 32 опроса используется для запуска импульсов света в оптический волновод и детектирования оптического отражения и обратного рассеяния, указывающих данные (такие как идентификационную информацию объекта (объектов) 10 14) или параметры, регистрируемые регистрирующим устройством 24, датчиками 26 и/или датчиками объектов 14. Система 32 опроса может содержать один или несколько лазеров, интерферометров, фотодетекторов, оптических временных рефлектометров и/или другое обычное оптическое оборудование, известное специалисту в данной области техники.

15 Регистрирующая система 12 предпочтительно использует комбинацию двух или более методик распределенного оптического измерения. Данные методики могут включать в себя детектирование обратного бриллюэновского рассеяния и/или когерентного обратного релеевского рассеяния, происходящих от света, передаваемого через оптический волновод (волноводы). Обратное рамановское рассеяние также может 20 детектироваться, и при использовании в соединении с детектированием обратного бриллюэновского рассеяния, может использоваться для температурной калибровки данных детектирования для обратного бриллюэновского рассеяния в ситуациях, где необходимы точные измерения механического напряжения (деформации).

Методики оптического измерения можно использовать для детектирования 25 статического механического напряжения, динамического механического напряжения, акустической вибрации и/или температуры. Эти методики оптического измерения можно комбинировать с другими методиками оптического измерения, такими как измерения водородного показателя, нагрузки и т.д.

Наиболее предпочтительно, когерентное обратное релеевское рассеяние 30 детектируется, как показание вибрации оптического волновода. Детектирование обратного бриллюэновского рассеяния можно использовать для мониторинга статического механического напряжения, при этом, данные собираются с временными интервалами от нескольких секунд до нескольких часов.

Когерентное обратное релеевское рассеяние предпочтительно используется для 35 мониторинга динамического механического напряжения (например, акустического давления и вибрации). По методике детектирования когерентного обратного релеевского рассеяния можно детектировать акустические сигналы, получающиеся в результате вибрации оптического волновода.

Оптический волновод может включать в себя один или несколько волноводов для 40 детектирования обратного бриллюэновского рассеяния, в зависимости от используемого способа рассеяния Бриллюэна (например, линейного самопроизвольного или нелинейного возбужденного). По методике детектирования обратного бриллюэновского рассеяния измеряется собственная скорость акустической волны на основании соответствующего сдвига частоты рассеянного фотона в волноводе в данном 45 местоположении по длине волновода.

Сдвиг частоты вызывается изменением плотности волновода. На плотность и, таким образом, на акустическую скорость могут воздействовать в основном два параметра: механическое напряжение и температура.

В долгосрочном мониторинге предполагается, что температура должна оставаться фактически стабильной. Если температура является стабильной, любые изменения, мониторинг которых проводят по методике детектирования обратного бриллюэновского рассеяния, должны наиболее вероятно обуславливаться изменениями механического

5 напряжения.

Предпочтительно, однако, повысить точность с помощью независимого измерения механического напряжения и/или температуры, для калибровки измерений обратного бриллюэновского рассеяния. Оптический волновод, который механически отделен от цемента 20 и любых других источников механического напряжения, может

10 использоваться как эффективное средство калибровки по температуре для измерений механического напряжения по обратному бриллюэновскому рассеянию.

Методики детектирования обратного рамановского рассеяния предпочтительно используются для распределенного мониторинга температуры. Такая методика известна специалистам в данной области техники, как распределенная регистрация температуры

15 (DTS).

Обратное рамановское рассеяние является относительно нечувствительным к распределенному механическому напряжению, хотя локализованный изгиб в волноводе может детектироваться. Температурные измерения, полученные с использованием методики детектирования обратного рамановского рассеяния, можно поэтому

20 использовать для температурной калибровки измерений по обратному бриллюэновскому рассеянию.

Рамановское рассеяние света обуславливается колебаниями молекул при тепловом воздействии. Следовательно, это обратное рассеяние света несет информацию о локальной температуре в точке, где рассеяние возникает.

Амплитуда антистоксовой компоненты сильно зависит от температуры, а амплитуда стоксовой компоненты обратного рассеяния света от нее не зависит. Методика регистрации обратного рамановского рассеяния требует некоторой фильтрации в оптической области для отделения релевантных компонентов оптических частот (или оптических длин волн) и основывается на регистрации и вычислении отношения между

30 антистоксовой и стоксовой амплитудами, которые содержат информацию о температуре.

Поскольку величина спонтанного обратного рамановского рассеяния света весьма незначительна (например, на 10 дБ меньше величины обратного бриллюэновского рассеяния), многомодовые оптические волноводы с высокой числовой апертурой обычно используются для максимизации проводимой интенсивности обратного

35 рассеяния света. Вместе с тем, относительно высокие характеристики затухания в сильнолегированных многомодовых волноводах с высокой числовой апертурой и градиентным показателем преломления, в частности, ограничивают дальность действия систем, основанных на рамановском рассеянии света расстоянием приблизительно в 10 км.

Бриллюэновское рассеяние света возникает в результате взаимодействия между распространяющимся оптическим сигналом и термически возбужденными акустическими волнами (например, в диапазоне ГГц), присутствующими в кварцевом оптическом материале. Такое взаимодействие возбуждает сдвинутые по частоте компоненты в оптической области, и его можно рассматривать как дифракцию света на динамической,

45 расположенной в своем месте, "виртуальной" оптической решетке, генерируемой акустическими волнами в оптической среде. Отметим, что акустическая волна фактически является продольной волной, которая вводит модуляцию показателя преломления посредством упругооптического эффекта.

Дифрагированный свет испытывает доплеровский сдвиг, поскольку упомянутая решетка движется со скоростью акустической волны в оптической среде. Скорость акустической волны напрямую зависит от плотности кварцевой среды, которая зависит от температуры и механического напряжения. В результате, так называемый
 5 бриллюэновский сдвиг частоты несет в себе информацию по локальной температуре и механическому напряжению оптической среды.

Отметим, что эффекты рамановского рассеяния и Бриллюэна связаны с различными динамическими неоднородностями в кварцевых оптических средах и поэтому имеют совершенно различные спектральные характеристики.

10 Когерентное релеевское рассеяния света также обуславливается флуктуациями или неоднородностями плотности кварцевой оптической среды, но данная форма рассеяния является чисто "упругой". В отличие от него эффекты рассеяния Рамана и Бриллюэна являются "неупругими", в том, что "новый" свет или фотоны генерируются при распространении лазерного зондирующего света через среду.

15 В случае когерентного релеевского рассеяния света, изменения температуры или механического напряжения идентичны изменению длины волны оптического источника (например, сильно когерентного лазера). В отличие от известных методик детектирования обратного релеевского рассеяния (с использованием обычных оптических временных рефлектометров), вследствие чрезвычайно узкого спектра
 20 лазерного источника (с соответствующей большой длиной и временем когерентности), когерентные сигналы обратного релеевского рассеяния (или релеевская фаза) имеют чувствительность оптической фазы в результате когерентного сложения амплитуд света, обратно рассеянного из различных частей оптической среды, которые прибывают на фотодетектор одновременно.

25 Регистрирующее устройство 24 может содержать электрический проводник, и информация может передаваться акустическим и/или электромагнитным способом от объектов 14 в регистрирующее устройство. Например, акустический сигнал может возбуждать вибрацию регистрирующего устройства 24, вызывая генерирование трибоэлектрического шума или пьезоэлектрической энергии, в регистрирующем
 30 устройстве. Электромагнитный сигнал может вызывать генерирование тока в регистрирующем устройстве 24, и в данном случае регистрирующее устройство служит антенной.

Трибоэлектрический шум является результатом трения материалов друг о друга с получением электрического заряда. Трибоэлектрический шум может создаваться
 35 вибрирующим электрическим кабелем в результате трения между различными проводниками кабеля, изоляцией, наполнителями и т.д. Трение генерирует поверхностный электрический заряд.

Пьезоэлектрическая энергия может генерироваться в коаксиальном электрическом кабеле с таким материалом, как поливинилиденфторид (ПВДФ), используемым в
 40 качестве диэлектрика между внутренним проводником и наружной токопроводящей оплеткой. При изгибе, вибрации и т.д. диэлектрического материала генерируется пьезоэлектрическая энергия, которая может регистрироваться как малые токи в проводниках.

Если регистрирующее устройство 24 содержит электрический проводник (в
 45 дополнение к или вместо оптического волновода), система 32 опроса может включать в себя подходящее оборудование для приема и обработки сигналов, передаваемых по проводнику. Например, система 32 опроса может включать в себя цифроаналоговые преобразователи, оборудование обработки цифрового сигнала и т.д.

На Фиг.2, показан с увеличением схематичный вид в сечении одного из объектов 14. На данной фигуре можно увидеть, что объект 14 включает в себя в общем сферический полый корпус 34 с батареей 36, датчиком 38, процессором 40 и передатчиком 42, размещенными в нем.

Отметим, что объект 14, показанный на Фиг.2, является только одним примером из многих различных объектов, в которых можно реализовать принципы данного изобретения. Таким образом, следует понимать, что принципы данного изобретения нисколько не ограничиваются конкретным объектом 14, показанным на Фиг.2 и описанным в данном документе, как и любой другой частной деталью системы 10.

Батарея 36 является источником электропитания для работы других компонентов объекта 14. Батарея 36 не требуется, если, например, генератор, электрическая линия и т.д. используется для подачи электропитания, если электропитание не требуется для работы других компонентов объекта 14, и т.д.

Датчик 38 измеряет величины некоторых параметров (таких как давление, температура, показатель pH и т.д.). Любое количество или комбинацию датчиков давления, датчиков температуры, датчиков pH или датчиков других типов можно использовать в объекте 14.

Датчик 38 не требуется, если измерение одного или нескольких параметров объектом 14 не используется в скважинной системе 10. Например, если регистрирующей системе 12 необходимо определить только положение и/или идентификационную информацию объекта 14, то датчик 38 можно не использовать.

Процессор 40 можно использовать для различных целей, например, для преобразования аналоговых измерений, выполненных датчиком 38 в цифровую форму, для кодирования измерений параметров с использованием различных методик (так как фазовая манипуляция, амплитудная модуляция, частотная модуляция, амплитудная манипуляция, частотная манипуляция, дифференциальная фазовая манипуляция, квадратурная манипуляция, односторонняя модуляция полосы и т.д.), для определения, должен ли сигнал передаваться и момента времени передачи, и т.д. Если необходимо только определение положения и/или идентификационной информации объекта 14, то процессор 40 можно не использовать. Энергозависимое и/или энергонезависимое запоминающее устройство можно использовать вместе с процессором 40, например, для сохранения измерений датчиков, регистрации идентификационной информации объекта 14 (такой как серийный номер), и т.д.

Передатчик 42 передает подходящие сигналы на регистрирующее устройство 24 и/или датчики 26. Если передается акустический сигнал, то передатчик 42 будет предпочтительно генерировать акустические колебания. Например, передатчик 42 может содержать пьезоэлектрический привод или звуковую катушку для преобразования электрических сигналов в акустические сигналы. Передатчик 42 может осуществлять "линейно-частотную модуляцию (chirp)" таким образом, чтобы передавать информацию на регистрирующее устройство 24.

Если передается электромагнитный сигнал, то передатчик 42 будет предпочтительно генерировать электромагнитные волны. Например, передатчик 42 может содержать передающую антенну.

Если определяется только положение и/или идентификационная информация объекта 14, то передатчик 42 может генерировать непрерывный сигнал, который отслеживается регистрирующей системой 12. Например, уникальную частоту или частоту повторения импульсов сигнала можно использовать для идентификации конкретного одного из объектов 14. Альтернативно, код серийного номера можно непрерывно передавать с

передатчика 42.

На Фиг.3 показана другая конфигурация скважинной системы 10, в которой объект 14 содержит закупоривающее устройство для работы золотникового клапана 44.

Конфигурация на Фиг.3 показывает, что существуют различные скважинные системы, в которых можно успешно использовать элементы регистрирующей системы 12.

С использованием регистрирующей системы 12 можно осуществлять мониторинг положения объекта 14 при его перемещении через ствол 16 скважины в клапан 44.

Также можно определить, когда объект 14 надлежащим образом войдет в контакт с седлом 46, выполненным на втулке 48 клапана 44.

Специалисту в данной области техники должно быть ясно, что различного размера шары, дростики или другие закупоривающие устройства можно использовать для работы конкретных из нескольких клапанов или других скважинных инструментов.

Регистрирующая система 12 позволяет оператору определить, вошло ли надлежащим образом в контакт конкретное закупоривающее устройство с конкретным скважинным инструментом.

Обратимся теперь к Фиг.4, на которой показана другая конфигурация скважинной системы 10. В данной конфигурации объект 14 может содержать скважинный инструмент 50 (такой как спускаемый на тросе, проволоке или гибкой насосно-компрессорной трубе ловильный инструмент) или скважинный инструмент 52 другого типа (такой как "рыба" (оборвавшийся в скважине кабель), подлежащая извлечению ловильным инструментом).

Датчик 38 в скважинном инструменте 50 может, например, регистрировать момент успешного зацепления скважинного инструмента 50 шейкой 54 захвата ловильного инструмента или другой структурой скважинного инструмента 52. Аналогично, датчик 38 в скважинном инструменте 52 может регистрировать момент вхождения скважинного инструмента 52 в контакт со скважинным инструментом 50. Конечно, датчики 38 могут альтернативно, или в дополнение, регистрировать другие параметры (такие как давление, температуру и т.д.).

Положение, идентификационная информация, конфигурация и/или любые другие характеристики скважинных инструментов 50, 52 могут передаваться от передатчика 42 на регистрирующее устройство 24, так что можно осуществлять мониторинг хода работ в режиме реального времени с поверхности или другой удаленной площадки.

Обратимся теперь к Фиг.5, на которой показана другая конфигурация скважинной системы 10. В данной конфигурации объект 14 содержит стреляющий перфоратор 56 и стреляющую головку 58, перемещаемые по в общем горизонтальному стволу 16 скважины (например, с помощью проталкивания объекта текучей средой, прокачиваемой через обсадную колонну 18) в нужное место для формирования перфораций 28.

С использованием регистрирующей системы 12 можно удобно осуществлять мониторинг перемещения, местоположения, идентификационной информации и работы стреляющего перфоратора 56 и стреляющей головки 58. Должно быть ясно, что при перемещении через обсадную колонну 18 объект 14 должен генерировать акустический шум, который может детектировать регистрирующая система 12. Таким образом, по меньшей мере, данным способом перемещение и положение объекта 14 можно легко определять с использованием регистрирующей системы 12.

Кроме того, передатчик 42 объекта 14 можно использовать для передачи показаний об идентификации объекта (таких как его регистрационный номер), о давлении и температуре, о том, выстрелила ли стреляющая головка 58, о том, сдетонировали ли заряды в стреляющем перфораторе 56 и т.д. При этом должно быть ясно, что клапан

44, скважинные инструменты 50, 52, стреляющий перфоратор 56 и стреляющая головка 58 являются только несколькими примерами многочисленных различных скважинных инструментов, которые могут успешно использовать принципы данного изобретения.

Хотя в примерах Фиг.1 и 3-5 объект 14 показан перемещающимся через обсадную колонну 18, следует ясно понимать, что не требуется перемещения объекта 14 через какой-либо участок скважины во время работы регистрирующей системы 12. Вместо этого, например, один или несколько объектов 14 могут устанавливаться в кольцевом пространстве 22 (например, цементироваться в нем), в скважинном фильтре или другом компоненте заканчивания скважины, в компоненте обработки скважины и т.д.

В случае постоянной установки объекта 14 в скважине батарея 36 может иметь ограниченный срок службы, после которого сигнал больше не передается на регистрирующее устройство 24. Альтернативно, электропитание может подаваться на объект 14 внутрискважинным генератором, по электрическим линиям и т.д.

Обратимся теперь к Фиг.6, на которой показана одна конфигурация кабеля 60, который можно использовать в регистрирующей системе 12. Кабель 60 можно использовать для регистрирующего устройства 24, Фиг.1 и 3-5, вместо него, или в дополнение к нему. Вместе с тем, следует ясно понимать, что кабель 60 можно использовать в других скважинных системах и в других регистрирующих системах, и много кабелей других типов можно использовать в скважинных системах и регистрирующих системах, описанных в данном документе, без отхода от принципов данного изобретения.

Кабель 60, показанный на Фиг.6, включает в себя электрическую линию 24а и два оптических волновода 24b,c. Электрическая линия 24а может включать в себя центральный проводник 52, заключенный в изоляцию 64. Каждый оптический волновод 24b,c может включать в себя сердцевину 66, закрытую оболочкой 67, заключенной в защитный чехол 68.

Один из оптических волноводов 24b,c можно использовать для распределенного измерения температуры (например, с помощью детектирования обратного рамановского рассеяния, происходящего от света, передаваемого через оптический волновод), а другой оптический волновод можно использовать для распределенного детектирования вибрации или акустического воздействия (например, с помощью детектирования когерентного обратного релеевского рассеяния или усиления обратного бриллюэновского рассеяния, происходящего от света, передаваемого через оптический волновод).

Электрическая линия 24а и оптические волноводы 24b,c являются только примерами многих различных типов линий передачи, которые можно использовать в кабеле 60. Следует ясно понимать, что любые типы электрических или оптических линий, или другие типы линий передачи, и любое число или комбинации линий передачи можно использовать в кабеле 60 согласно принципам данного изобретения.

Электрические линии 24а и оптические волноводы 24b,c заключены в оболочку из диэлектрического материала 70, токопроводящей оплетки 72, барьерного слоя 74 (такого как изолирующий слой, водородный или текучий барьер и т.д.) и наружной армированной оплетки 76. Конечно, любые другие типы, число, комбинации и т.д., слоев можно использовать в кабеле 60 согласно принципам данного изобретения.

Отметим, что каждый из диэлектрического материала 70, токопроводящей оплетки 72, барьерного слоя 74 и наружной армированной оплетки 76 окружает электрическую линию 24а и оптические волноводы 24b,c и, таким образом, образует защитную оболочку, окружающую электрическую линию и оптические волноводы. В некоторых

примерах электрическая линия 24а и оптические волноводы 24b,c могут принимать сигналы, передаваемые от передатчика 42 через материалы каждой из защитных оболочек.

Если передатчик 42 передает акустический сигнал, акустический сигнал может возбуждать вибрацию оптических волноводов 24b,c и данную вибрацию, по меньшей мере, одного из волноводов может детектировать система 32 опроса. В качестве другого примера, вибрации электрической линии 24а от акустического сигнала могут вызывать трибоэлектрический шум или генерировать пьезоэлектрическую энергию, которую может детектировать система 32 опроса.

Обратимся теперь к Фиг.7, на которой показана другая конфигурация регистрирующей системы 12. В данной конфигурации кабель 60 необязательно используется в стволе скважины.

Показанный на Фиг.7 кабель 60 прочно прикреплен к объекту 14 (который имеет передатчик 42, датчик 38, процессор 40 и батарею 36 внутри себя). Объект 14 осуществляет связь с кабелем 60, передавая сигналы в электрическую линию 24а и/или оптические волноводы 24b,c через материалы защитных оболочек (диэлектрический материал 70, токопроводящую оплетку 72, барьерный слой 74 и наружную армированную оплетку 76), окружающих электрическую линию и оптические волноводы.

Таким образом, здесь отсутствует прямое электрическое или оптическое соединение между датчиком 38 или передатчиком 42 объекта 14 и электрической линией 24а или оптическими волноводами 24b,c кабеля 60. Одним преимуществом данной конфигурации является то, что не требуется выполнять соединения в электрической линии 24а или оптических волноводах 24b,c, таким образом, исключается данный дорогостоящий и затратный по времени этап. Другое преимущество состоит в том, что исключаются потенциальные места отказов (соединения являются местами с высоким процентом отказов). Еще одним преимуществом является то, что отсутствует затухание оптического сигнала на каждом из многочисленных соединений с объектами 14.

Обратимся теперь к Фиг.8, на которой показана другая конфигурация регистрирующей системы 12. В данной конфигурации несколько кабелей 60 распределены на морском дне 78, и многочисленные объекты 14 распределены вдоль каждого кабеля. Хотя на Фиг.8 показано радиальное расположение кабелей 60 и объектов 14 относительно центрального объекта 80, любое другое расположение или конфигурацию кабелей и объектов можно использовать согласно принципам данного изобретения.

Датчики 38 в объектах 14 на Фиг.7 и 8 могут, например, являться инклинометрами, используемыми для точного измерения угловой ориентации морского дна 78 с течением времени. Отсутствие прямого соединения для передачи сигнала между кабелями 60 и объектами 14 можно использовать, что является преимуществом в данной ситуации, для обеспечения раздельной установки кабелей и объектов на морском дне 78.

Например, объекты 14 могут устанавливаться в подходящих для мониторинга угловой ориентации конкретных местах на морском дне 78, а затем, кабели 60 могут распределяться по морскому дну в непосредственной близости от объектов (например, в нескольких метрах). Не требуется прикреплять кабели 60 к объектам 14 (как показано на Фиг.7), поскольку передатчик 42 каждого объекта может передавать сигналы с некоторого расстояния на ближайший кабель (хотя кабели можно и прикреплять к объектам, если это необходимо).

В качестве другой альтернативы, кабели 60 могут устанавливаться первыми на морское дно 78, а затем, объекты 14 могут устанавливаться в непосредственной близости

от кабелей (или прикрепляться) к ним. Другое преимущество данной системы 12 состоит в том, что объекты 14 могут извлекаться по отдельности, если это необходимо, для ремонта, техобслуживания и т.д. (например, для замены батареи 36) по требованию, без необходимости отсоединения электрических или оптических разъемов и без

5 воздействия на какие-либо кабели 60.

Вместо (или в дополнение к) инклинометров, датчики 38 в объектах 14 на Фиг.7 и 8 могут включать в себя датчики давления, датчики температуры, акселерометры или любые другие типы или комбинации датчиков.

Отметим, что в различных примерах, описанных выше, система 12 регистрации может 10 принимать сигналы от объекта 14. Поскольку акустический шум может генерироваться объектом 14 при его перемещении в обсадной колонне 18 в примере на Фиг.1 и 3-5, перемещение объекта (или его отсутствие) может регистрироваться системой 12 регистрации как соответствующие акустические вибрации, возбуждаемые (или не возбуждаемые) в регистрирующем устройстве 24.

Альтернативно, или дополнительно, объект 14 может передавать температурный 15 сигнал (тепловую сигнатуру) (такой как повышенная температура), когда он перемещается в конкретное место (например, к перфорациям в примере на Фиг.1, к седлу 46 в примере на Фиг.3, на место вблизи скважинного инструмента 50, 52 в примере на Фиг.4, к желаемым местам перфорации в примере на Фиг.5, и т.д.). Регистрирующее 20 устройство 24 может детектировать данный температурный сигнал, указывающий, что объект 14 переместился на соответствующее место.

Для акустических сигналов, принимаемых регистрирующим устройством 24, ожидается, что скорости передачи данных (например, от передатчика 42 на регистрирующее устройство) должны ограничиваться частотой дискретизации (взятия 25 отсчетов) системы 32 опроса. По существу, нужно следовать теореме Найквиста, согласно которой минимальная частота дискретизации должна равняться удвоенной максимальной частотной составляющей наблюдаемого сигнала. Поэтому, если вследствие максимального размера файла с объемом суммарного потока данных и других ограничений в обработке электронного сигнала, в предпочтительном варианте 30 осуществления будет выполняться дискретизация фототоков из оптического аналогового приемника с частотой 10 кГц, то по критерию Найквиста, это будет обеспечивать максимальную частоту сигнала в 5 кГц (или несколько меньше 5 кГц). Если исходная "несущая" акустического передатчика с частотой 5 кГц (макс) модулируется информацией в основной полосе частот, то ширина полосы информации в основной 35 полосе частот должна быть ограничена 2,5 кбод (кбит/сек), предполагая синхронизацию манчестерского кодирования, например. Иначе, максимальная ширина полосы информационного сигнала составляет несколько менее чем 5 кГц, или половины частоты дискретизации электронной системы.

Должно быть ясно, что скважинная система, регистрирующая система и 40 соответствующие способы, описанные выше, обеспечивают значительные улучшения в уровне техники. В частности, система 12 регистрации обеспечивает объекту 14 возможность осуществления связи с линиями передачи (электрической линией 24a и оптическими волноводами 24b,c) в кабеле 60, без выполнения каких-либо прямых соединений с линиями.

45 Система 12 регистрации, описанная выше, включает в себя передатчик 42, передающий сигнал, и, по меньшей мере, одно регистрирующее устройство 24, принимающее сигнал. Регистрирующее устройство 24 включает в себя линии передачи (такие как электрическая линия 24a и/или оптические волноводы 24b,c), заключенные в защитную оболочку

(например, диэлектрический материал 70, токопроводящую оплетку 72, барьерный слой 74 и армированную оплетку 76). Сигнал детектируется линией 24а-с передачи через материал защитной оболочки.

Линия передачи может содержать оптический волновод 24b,c. Система 32 опроса может детектировать усиление обратного бриллюэновского рассеяния или когерентное обратное релеевское рассеяние, происходящие от света, передаваемого через оптический волновод 24b,c.

Сигнал может содержать акустический сигнал. Акустический сигнал может возбуждать вибрацию линии передачи (такой как электрическая линия 24а и/или оптические волноводы 24b,c) через защитную оболочку материала. Система 32 опроса может детектировать трибоэлектрический шум и/или пьезоэлектрическую энергию, генерируемую в ответ на акустический сигнал.

Регистрирующее устройство 24 может устанавливаться снаружи обсадной колонны 18, а передатчик 42 может перемещаться внутри обсадной колонны 18.

Сигнал может содержать электромагнитный сигнал.

Передатчик 42 может быть не присоединен непосредственно к регистрирующему устройству 24, или же передатчик 42 может прикрепляться к регистрирующему устройству 24.

Регистрирующее устройство 24 может располагаться на морском дне 78 в непосредственной близости от передатчика 42.

Система 12 регистрации может дополнительно включать в себя датчик 38, и сигнал может включать в себя показание параметра, измеренного датчиком 38.

Описанное выше изобретение обеспечивает систему 12 регистрации, которая может включать в себя, по меньшей мере, один датчик 38, регистрирующий параметр, по меньшей мере, одно регистрирующее устройство 24, принимающее показание параметра, при этом регистрирующее устройство 24 включает в себя линии передачи (такие как 24а-с), заключенные в защитную оболочку (например, диэлектрический материал 70, токопроводящую оплетку 72, барьерный слой 74 и армированную оплетку 76), и передатчик 42, передающий показание параметра в линию 24а-с передачи через материал защитной оболочки.

Линия передачи может содержать оптический волновод 24b,c. Система 32 опроса может детектировать усиление обратного бриллюэновского рассеяния или когерентное обратное релеевское рассеяние, происходящие от света, передаваемого через оптический волновод 24b,c.

Передатчик 42 может передавать показание параметра с помощью акустического сигнала. Акустический сигнал может возбуждать вибрацию линии 24а-с через материал защитной оболочки.

Регистрирующее устройство 24 может регистрировать трибоэлектрический шум или пьезоэлектрическую энергию, генерируемую в ответ на акустический сигнал.

Регистрирующее устройство 24 может устанавливаться снаружи обсадной колонны 18. Датчик 38 может перемещаться внутри обсадной колонны 18.

Передатчик 42 может передавать показание параметра с помощью электромагнитного сигнала.

Датчик 38 может быть не присоединенным к регистрирующему устройству 24, или же датчик 38 может прикрепляться к регистрирующему устройству 24.

Регистрирующее устройство 24 может располагаться на морском дне 78 в непосредственной близости от датчика 38.

Датчик 38 может содержать инклинометр.

Также выше описан способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком 38, включающий в себя установку регистрирующего устройства 24 в непосредственной близости от датчика 38 и передачу показания зарегистрированного параметра в линию 24а-с регистрирующего устройства 24, причем показание передается через материал защитной оболочки (например, диэлектрический материал 70, токопроводящую оплетку 72, барьерный слой 74 и армированную оплетку 76), заключающей в себе линию 24а-с.

Этап установки регистрирующего устройства 24 может выполняться после установки датчика 38 в место, где должен регистрироваться параметр. Альтернативно, установка регистрирующего устройства 24 может выполняться перед установкой датчика 38 в место, где должен регистрироваться параметр.

Установка регистрирующего устройства 24 может включать в себя укладку регистрирующего устройства 24 на морское дно 78.

Датчик 38 может содержать инклинометр.

Линия 24b,c может содержать оптический волновод.

Способ может включать в себя этап детектирования усиления обратного бриллюэновского рассеяния или когерентного обратного релеевского рассеяния, происходящих от света, передаваемого через оптический волновод.

Этап передачи может включать в себя передачу показания параметра с помощью акустического сигнала. Акустический сигнал может возбуждать вибрацию линии 24а-с через материал защитной оболочки.

Система 32 опроса может регистрировать трибоэлектрический шум или пьезоэлектрическую энергию, генерируемую в ответ на акустический сигнал.

Установка регистрирующего устройства 24 может включать в себя установку регистрирующего устройства 24 снаружи обсадной колонны 18, и датчик 38 может перемещаться внутри обсадной колонны 18.

Этап передачи может включать в себя передачу показания параметра с помощью электромагнитного сигнала.

Датчик 38 может быть не присоединенным к регистрирующему устройству 24 на этапе передачи. Альтернативно, датчик 38 может прикрепляться к регистрирующему устройству 24 на этапе передачи.

Выше также описан способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком 38, причем способ включает в себя установку оптического волновода 24b,c в непосредственной близости от датчика 38 и передачу показания зарегистрированного параметра в оптический волновод 24b,c, причем, показание передается акустически через материал защитной оболочки (например, диэлектрический материал 70, токопроводящую оплетку 72, барьерный слой 74 и армированную оплетку 76), заключающей в себе оптический волновод 24b,c.

Другая система 12 регистрации, описанная выше, включает в себя объект 14, перемещающийся в подземной скважине. По меньшей мере, одно регистрирующее устройство 24 принимает сигнал от объекта 14. Регистрирующее устройство 12 включает в себя линию передачи (такую как электрическая линия 24а и/или оптические волноводы 24b,c), заключенную в защитную оболочку, и сигнал детектируется линией передачи через материал защитной оболочки.

Сигнал может являться акустическим сигналом, генерируемым при перемещении объекта 14 по скважине. Сигнал может являться температурным сигналом. Сигнал может генерироваться в ответ на прибытие объекта 14 в определенное место в скважине.

Следует понимать, что различные примеры, описанные выше, можно использовать с различной ориентацией, такой как наклонная, перевернутая, горизонтальная,

вертикальная и т.д. и в различных конфигурациях без отхода от принципов настоящего изобретения. Варианты осуществления показаны на чертежах и описаны только в качестве примеров надлежащего применения принципов изобретения, не ограниченного конкретными деталями данных вариантов осуществления.

- 5 В приведенных выше примерах термины направления, такие как "выше", "ниже", "верхний", "нижний" и т.д., используются для удобства ссылки на прилагаемые чертежи. В общем, "выше", "верхний" "вверх" и аналогичные термины означают направление к поверхности земли вдоль ствола скважины, и "ниже", "нижний", "вниз" и аналогичные термины означают направление от поверхности земли вдоль ствола скважины.
- 10 Конечно, специалисту в данной области техники после тщательного рассмотрения описанных вариантов осуществления должно быть ясно, что многие модификации, дополнения, замены, исключения и другие изменения можно выполнить в данных конкретных вариантах осуществления, и такие изменения находятся в объеме сущности настоящего изобретения. Соответственно, приведенное выше подробное описание
- 15 изобретения должно пониматься, как данное только в качестве иллюстрации и примера, а объем настоящего изобретения ограничен только прилагаемой формулой изобретения и ее эквивалентами.

Формула изобретения

- 20 1. Регистрирующая система, содержащая:
датчик;
передатчик, передающий сигнал, причем сигнал включает в себя показание параметра, измеренного датчиком;
по меньшей мере одно регистрирующее устройство, принимающее сигнал, причем
- 25 регистрирующее устройство включает в себя линию передачи, заключенную в защитную оболочку, и сигнал детектируется линией передачи через материал защитной оболочки, причем линия передачи содержит электрический проводник, и причем сигнал содержит акустический сигнал; и
- систему опроса, которая детектирует по меньшей мере одно из трибоэлектрического
- 30 шума, генерируемого в ответ на акустический сигнал, и пьезоэлектрической энергии, генерируемой в ответ на акустический сигнал.
2. Регистрирующая система по п. 1, в которой регистрирующее устройство установлено снаружи обсадной колонны, и в которой передатчик перемещается через внутреннее пространство обсадной колонны.
- 35 3. Регистрирующая система по любому из пп. 1 или 2, в которой передатчик не присоединен к регистрирующему устройству.
4. Регистрирующая система по любому из пп. 1 или 2, в которой передатчик прикреплен к регистрирующему устройству.
5. Регистрирующая система по любому из пп. 1 или 2, в которой регистрирующее
- 40 устройство расположено на морском дне в непосредственной близости от передатчика.
6. Регистрирующая система по п. 1, в которой по меньшей мере одно регистрирующее устройство принимает показание параметра; и
- передатчик передает показание параметра в линию передачи через материал защитной оболочки.
- 45 7. Регистрирующая система по п. 1, в которой акустический сигнал возбуждает вибрацию линии передачи через материал защитной оболочки.
8. Регистрирующая система по п. 6, в которой регистрирующее устройство установлено снаружи обсадной колонны, и в которой датчик перемещается через

внутреннее пространство обсадной колонны.

9. Регистрирующая система по любому из пп. 6, 7 или 8, в которой датчик не присоединен к регистрирующему устройству.

10. Регистрирующая система по любому из пп. 6, 7 или 8, в которой датчик прикреплен к регистрирующему устройству.

11. Регистрирующая система по любому из пп. 6, 7 или 8, в которой регистрирующее устройство расположено на морском дне в непосредственной близости от датчика.

12. Регистрирующая система по любому из пп. 6, 7 или 8, в которой датчик содержит инклинометр.

13. Способ мониторинга параметра, регистрируемого датчиком, содержащий: установку регистрирующего устройства в непосредственной близости от датчика; передачу показания зарегистрированного параметра в линию передачи регистрирующего устройства, причем показание передается через материал защитной оболочки, заключающей в себе линию передачи, причем линия передачи содержит электрический проводник, и причем этап передачи дополнительно содержит передачу показания параметра с помощью акустического сигнала; и

детектирование посредством системы опроса по меньшей мере одного из трибоэлектрического шума, генерируемого в ответ на акустический сигнал, и пьезоэлектрической энергии, генерируемой в ответ на акустический сигнал.

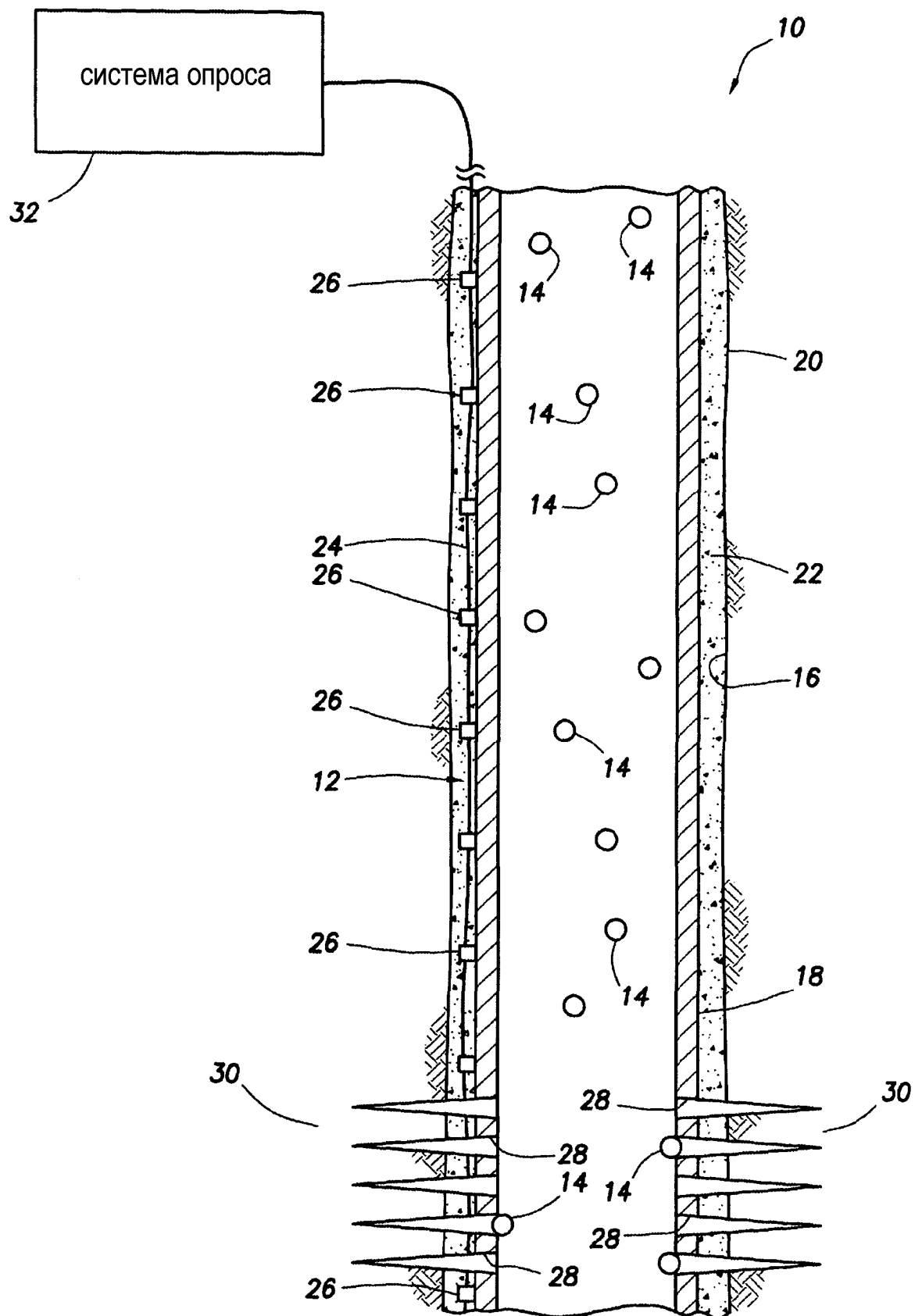
14. Способ по п. 13, в котором установка регистрирующего устройства выполняется после установки датчика в место, где должен регистрироваться параметр, или в котором установка регистрирующего устройства выполняется перед установкой датчика в место, где должен регистрироваться параметр.

15. Способ по п. 13, в котором установка регистрирующего устройства дополнительно содержит укладку регистрирующего устройства на морское дно.

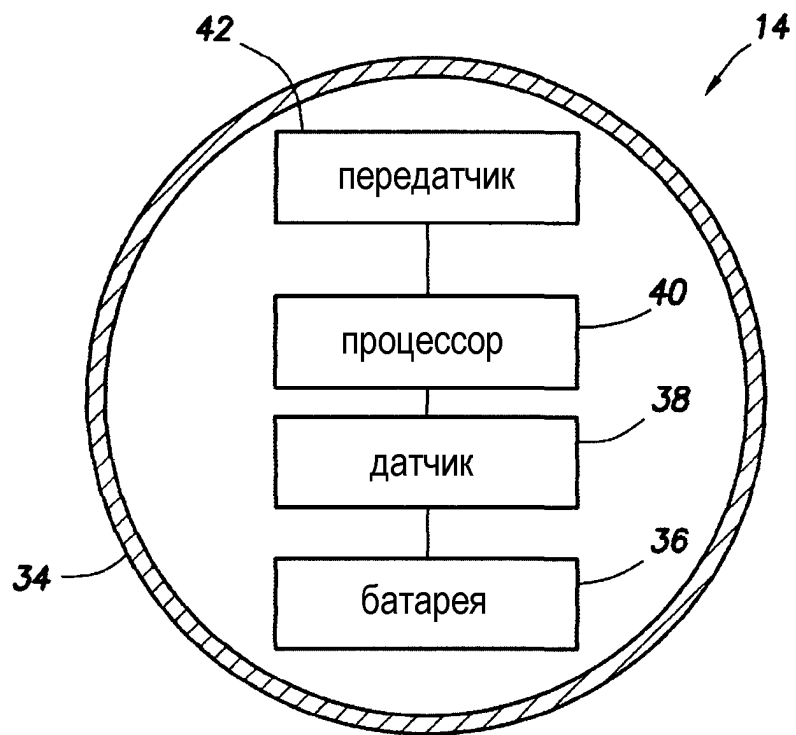
16. Способ по п. 13, в котором датчик содержит инклинометр.

17. Способ по любому из пп. 13-16, в котором установка регистрирующего устройства дополнительно содержит установку регистрирующего устройства снаружи обсадной колонны, и в котором датчик перемещается во внутреннем пространстве обсадной колонны.

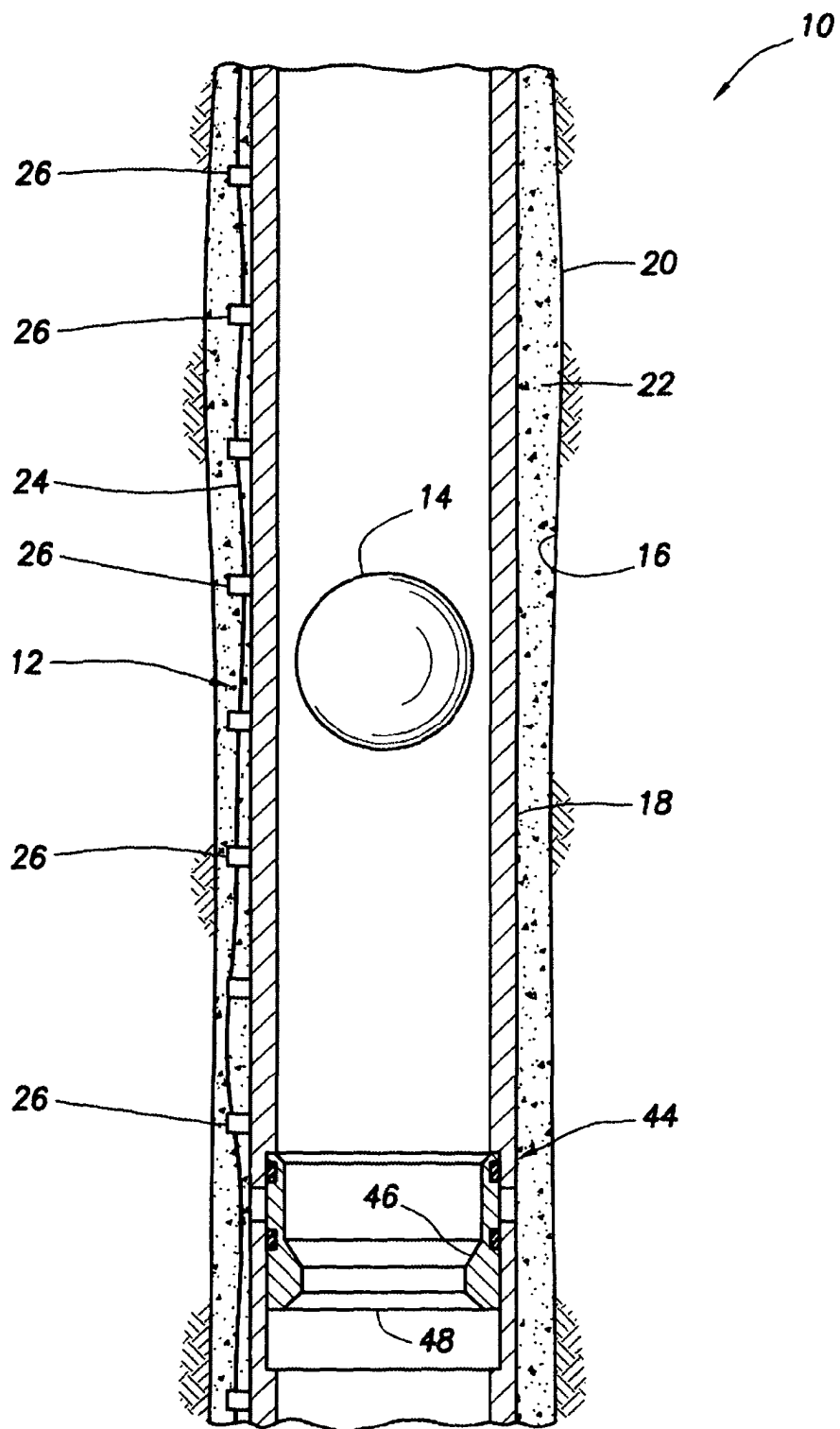
18. Способ по любому из пп. 13-16, в котором датчик не присоединен к регистрирующему устройству на этапе передачи, или в котором датчик прикреплен к регистрирующему устройству на этапе передачи.



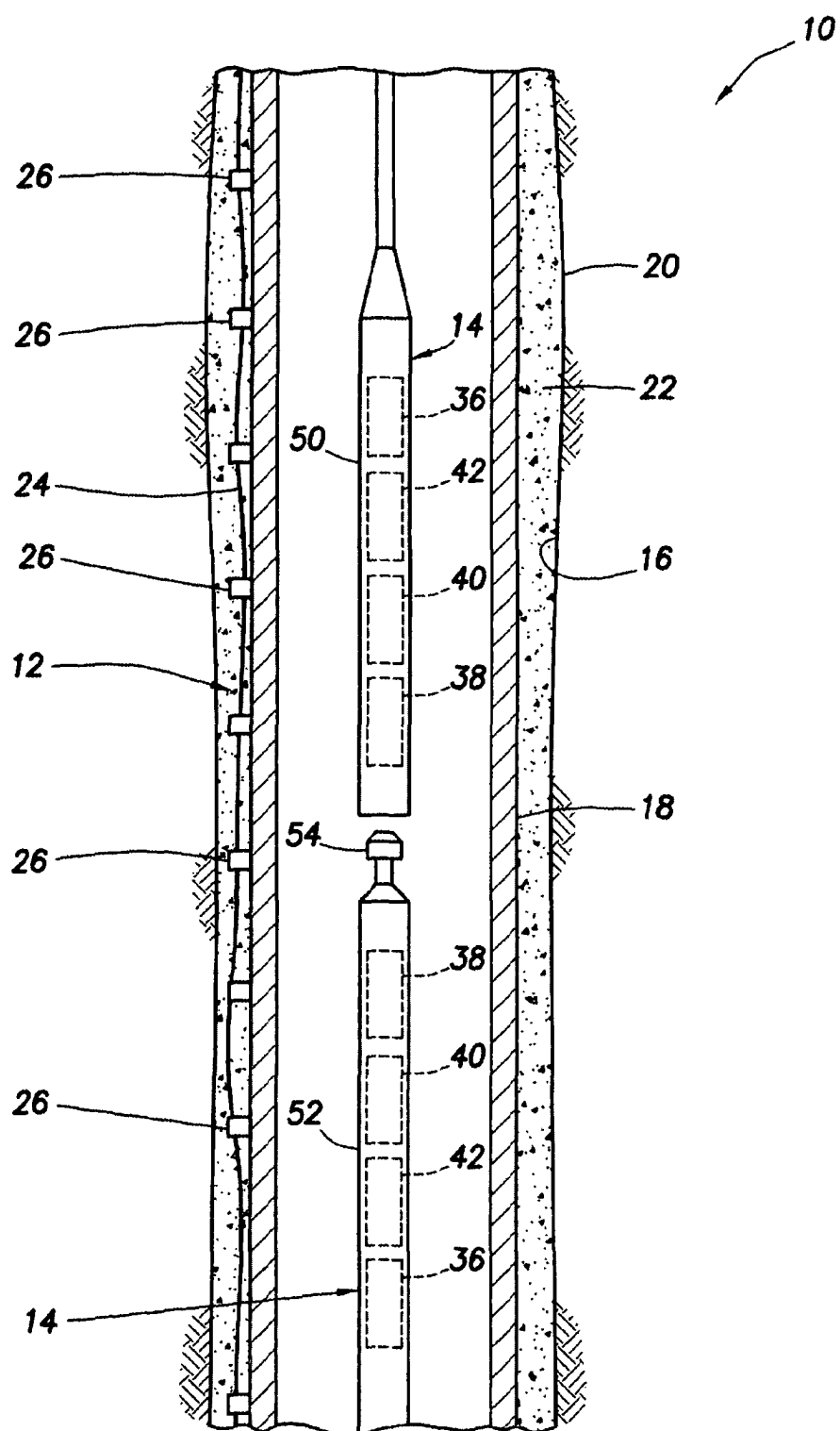
ФИГ.1



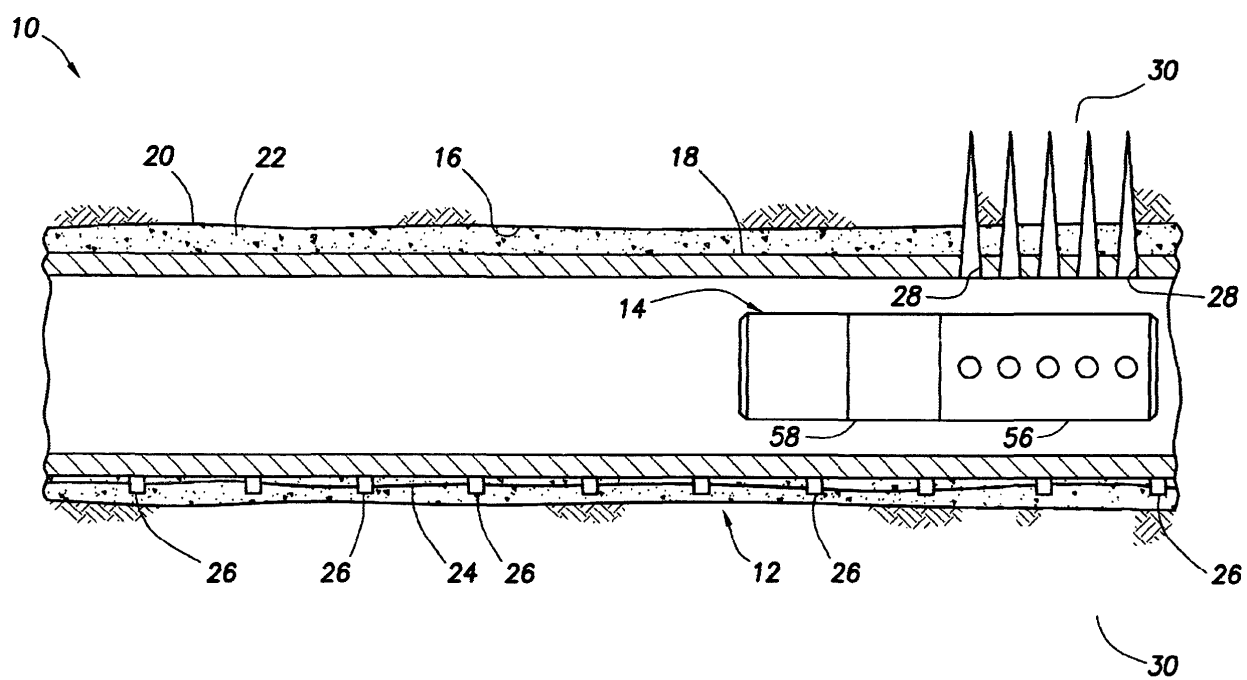
Фиг.2



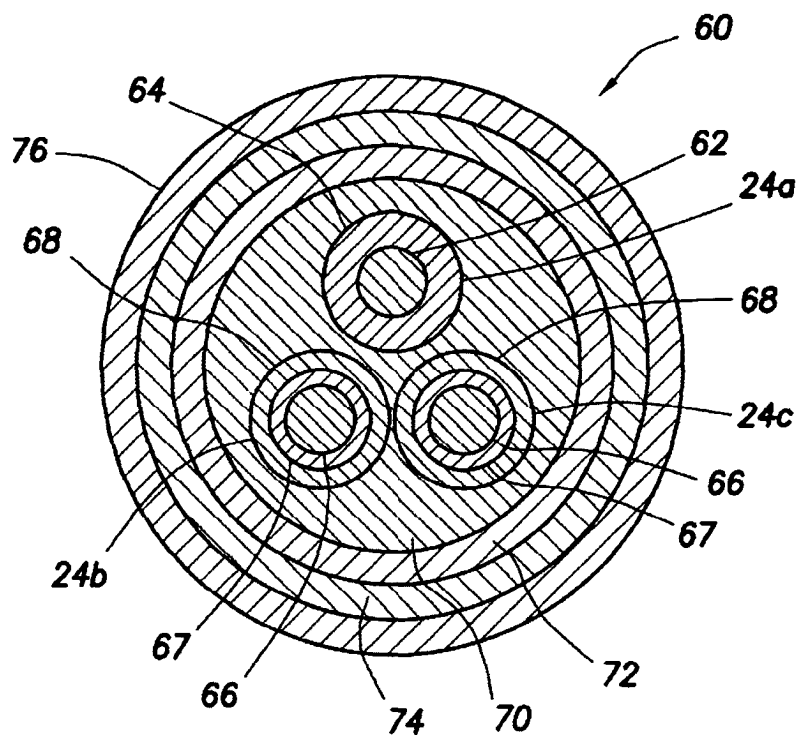
Фиг.3



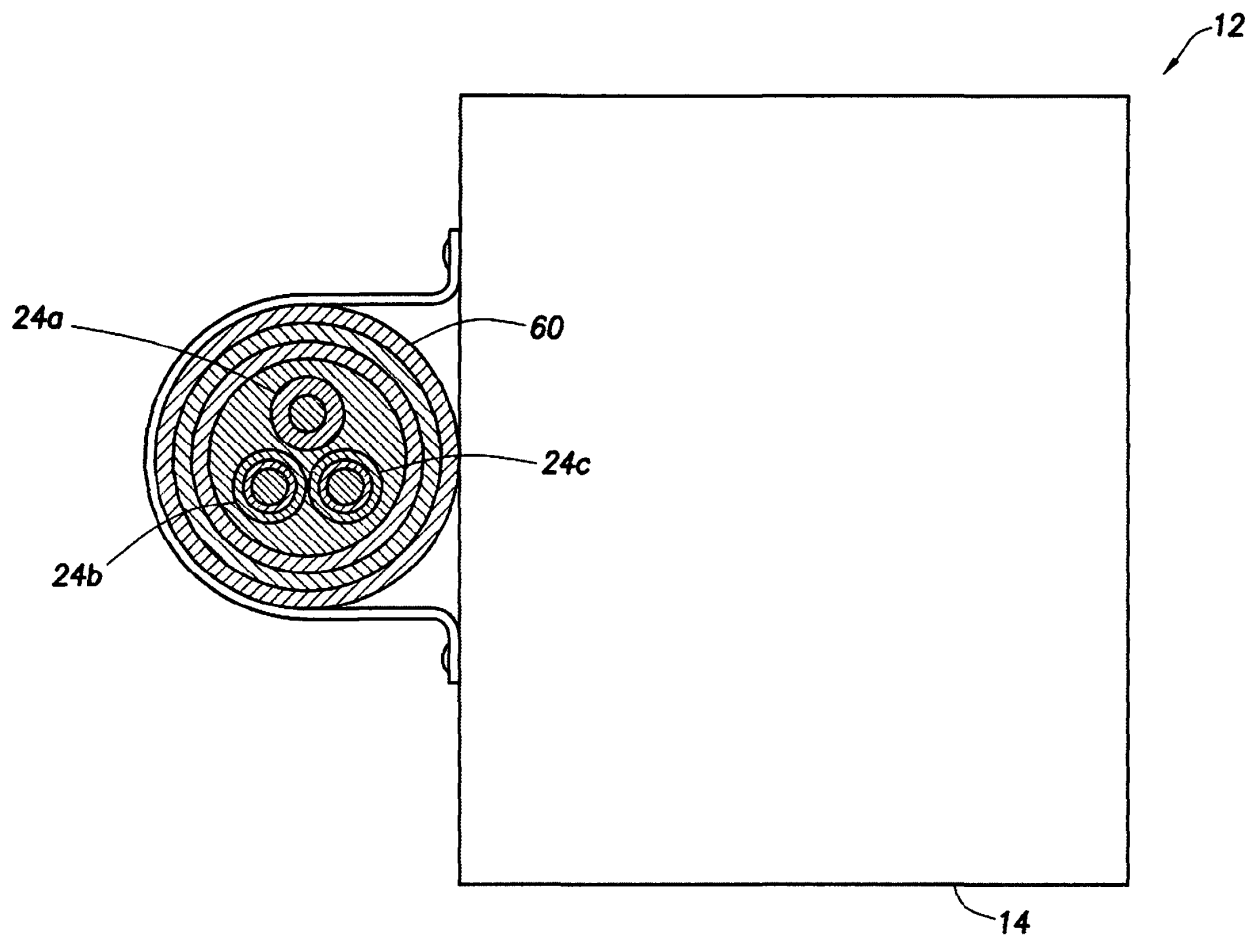
Фиг.4



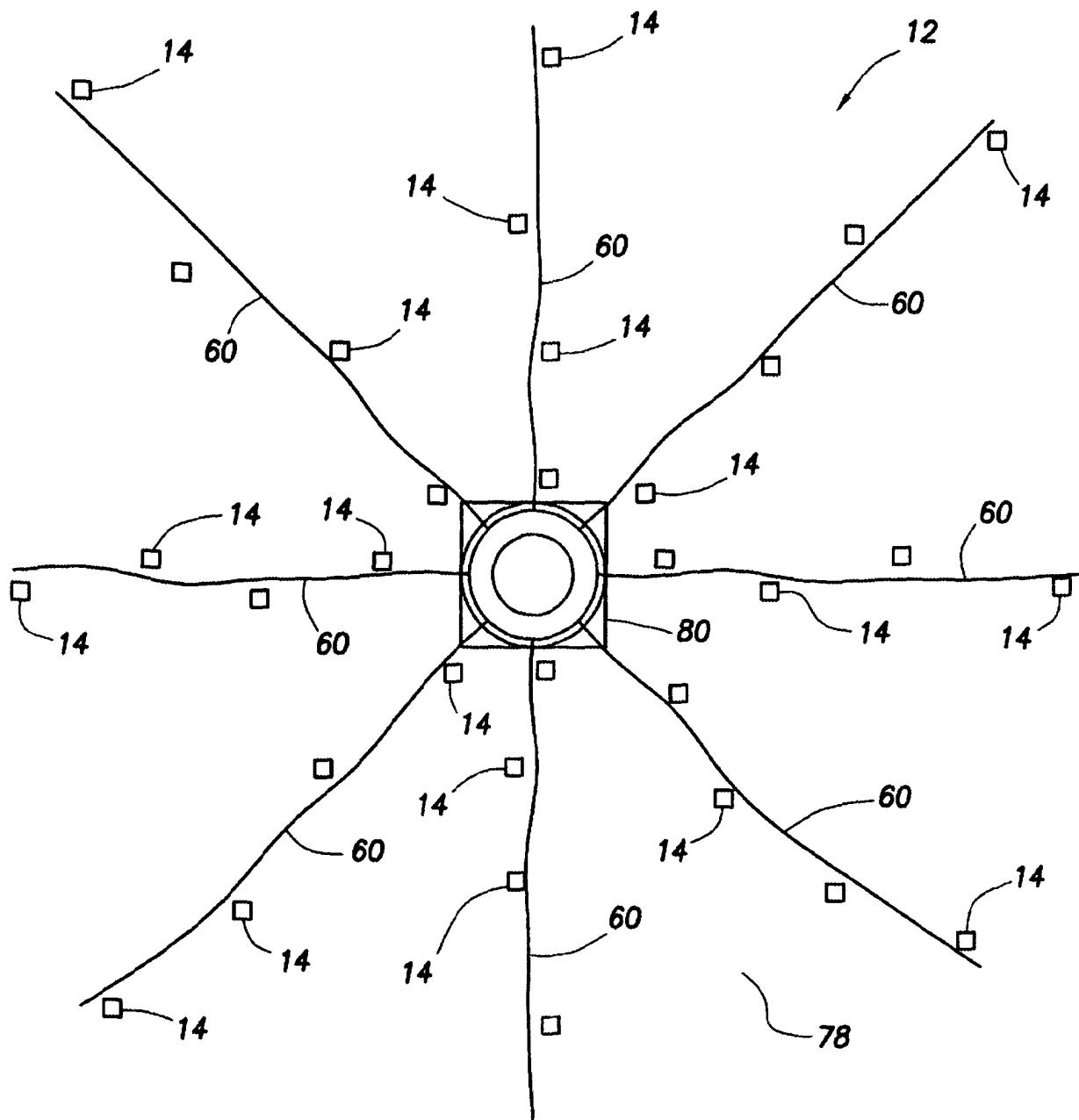
Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8