

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
20 января 2022 (20.01.2022)



(10) Номер международной публикации
WO 2022/015193 A1

(51) Международная патентная классификация:
E21B 47/06 (2012.01) *G01K 11/26* (2006.01)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2020/000594

(22) Дата международной подачи:
10 ноября 2020 (10.11.2020)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
202000233 14 июля 2020 (14.07.2020) EA

(71) Заявитель: **ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТ-
ВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТОТА СИСТЕМ С" (ООО
"ТОТА СИСТЕМС") (TOTA SYSTEMS LIMITED
LIABILITY COMPANY (TOTA SYSTEMS LLC))**
[RU/RU]; улица Волгоградская, 29 Альметьевский рай-
он, Республика Татарстан, г. Альметьевск, 423454,
Respublika Tatarstan, g. Al'met'evsk (RU).

(72) Изобретатели: **БАХИТОВ, Илшат Дамирович
(VANITOV, Il'shat Damirovich)**; ул. Заслонова, дом
8А, кв. 23 Татарстан, г. Альметьевск, 423450, Tatarstan,
g. Al'met'evsk (RU). **АРБУЗОВ, Андрей Александрови-
ч (ARBUZOV, Andrey Aleksandrovich)**; ул. Гоголя,
дом 21а, кв. 9 г. Казань, 420015, g. Kazan' (RU). **ПАРТС,**

Яан Адольфович (PARTS, Yaan Adol'fovich); ул. Де-
ментьева, дом 3а, кв. 67 г. Казань, 420127, g. Kazan'
(RU).

(74) Агент: **КОТЛОВ, Дмитрий Владимирович
(KOTLOV, Dmitry Vladimirovich)**; ООО "Центр ин-
теллектуальной собственности "Сколково", Террито-
рия инновационного центра "Сколково", 4, оф. 402.1
Москва, 143026, Moscow (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING PHYSICAL PARAMETERS IN A BOREHOLE

(54) Название изобретения: СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В СКВАЖИНЕ

(57) Abstract: The present method includes positioning at monitoring points in a borehole one or more low-frequency piezoelectric resonant sensors connected to one another in parallel by a cable. An oscillation excitation signal from said sensors is generated using a broadband signal with the aid of a remote electronic device. Upon generating a signal from the sensors, the remote electronic device is switched to input. With the sensors in free oscillation, a measuring signal containing damped sinusoids is received. The spectrum of the measuring signal is determined. From the position of the maximum of each peak, the resonance frequency of the corresponding sensor is determined. Physical parameters are determined at the monitoring points in the borehole on the basis of the known relationships between the resonance frequency of the sensors and the corresponding values of the physical parameters being measured. The remote electronic device consists of a microcontroller connected to a digital-to-analog converter that is connected to a buffer amplifier connected in turn to an analog switch that is connected to a measuring signal input amplifier connected to an analog-to-digital converter that is connected to said microcontroller. The sensors have a working frequency band that lies within the working frequency band of the connecting cable.

(57) Реферат: Способ включает размещение в контролируемых точках скважины одного и более низкочастотных пьезорезонансных датчиков, соединенных параллельно между собой кабелем. При этом осуществляют генерацию сигнала возбуждения колебаний датчиков широкополосным сигналом посредством вынесенной электронной аппаратуры. После генерации сигнала датчиков переключают вынесенную электронную аппаратуру на ввод. В режиме свободных колебаний датчиков осуществляют прием измерительного сигнала, содержащего затухающие синусоиды. Определяют спектр измерительного сигнала. По положению максимума каждого пика определяют резонансную частоту соответствующего датчика. Определяют физические величины в контролируемых точках скважины по известным зависимостям резонансной частоты датчиков от соответствующих значений измеряемых физических величин. Вынесенная электронная аппаратура состоит из микроконтроллера, соединенного с цифро-аналоговым преобразователем, который соединен с буферным усилителем, который в свою очередь соединен с аналоговым коммутатором, соединенным с входным усилителем измерительного сигнала, который соединен с аналогово-цифровым преобразователем, соединенным с упомянутым микроконтроллером. Датчики выполнены с рабочей полосой частот, лежащей внутри рабочей полосы частот соединительного кабеля.

WO 2022/015193 A1

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Способ определения физических величин в скважине

5

Область техники

Изобретение относится к измерительной технике, а именно, к приборам, используемым в промышленных скважинах для определения физических величин в одной или множестве точек. Более конкретно, настоящее изобретение относится к приборам, используемым в скважине для определения давления, температуры, состава флюида, индикации расхода, определения распределения физических величин по длине скважины и измерения других величин, которые можно свести к изменению давления, температуры или импеданса.

Уровень техники

Из уровня техники известен способ измерения пространственного распределения температуры и устройство для его осуществления (см. RU 2194956, G01K 7/00, опубликовано, 20.12.2002). Способ измерения пространственного распределения температуры путем помещения в контролируемые точки множества термочувствительных датчиков, соединенных параллельно двухпроводной линией, подачи на один из входов линии сигнала переменного напряжения и регистрации входного переменного тока $i_{вх}(t)$. В качестве термочувствительных датчиков используют кварцевые пьезорезонансные датчики с различными резонансными частотами $\omega_{p1}, \omega_{p2}, \dots, \omega_{pi}, \dots, \omega_{pN}$, в качестве сигнала переменного напряжения, подаваемого на один из входов двухпроводной линии, используют сигнал со спектром, перекрывающим частотный диапазон кварцевых пьезорезонансных датчиков. Способ измерения пространственного распределения температуры (его второй вариант) путем помещения в контролируемые точки множества термочувствительных датчиков, причем в качестве сигнала переменного напряжения, подаваемого на один из входов двухпроводной линии, используют сигнал с частотной модуляцией в диапазоне резонансных частот кварцевых пьезорезонансных датчиков. Устройство, реализующее способ измерения пространственного распределения температуры, содержащее множество термочувствительных датчиков, параллельно соединенных двухпроводной линией, соединенной с регистратором, который соединен с источником переменного напряжения. В качестве термочувствительных датчиков использованы кварцевые пьезорезонансные датчики с различными резонансными частотами $\omega_{p1},$

$\omega_{p2}, \dots, \omega_{pi}, \dots, \omega_{pN}$ регистратор содержит последовательно соединенные схему согласования, регистратор амплитуды переменного тока, анализатор спектра, блока обработки и индикации, в качестве источника переменного напряжения использован генератор сигнала со спектром, перекрывающим частоты кварцевых пьезорезонансных датчиков.

Из уровня техники также известен способ измерения пространственного распределения температуры и устройство для его осуществления (RU 2206878, G01K 7/00, опубликовано 20.06.2003). Способ измерения пространственного распределения температуры путем помещения в контролируемые точки N термочувствительных датчиков, соединенных параллельно двухпроводной линией. В качестве термочувствительных датчиков используют кварцевые пьезорезонансные датчики с различными резонансными частотами. После регистрации входного переменного тока $i_{вх}(t)$ вычисляют его амплитудно-частотный спектр $S(\omega)$. Далее осуществляют первое измерение резонансных частот кварцевых пьезорезонансных датчиков по положению максимумов амплитудно-частотного спектра $S(\omega)$. Затем регистрируют входной переменный ток $i_{вх}(t)$ двухпроводной линии, вычисляют его амплитудно-частотный спектр $S(\omega)$ и осуществляют второе измерение резонансных частот кварцевых пьезорезонансных датчиков по положению максимумов амплитудно-частотного спектра $S(\omega)$, исходя из которых определяют искомую температуру в контролируемых точках по предварительно экспериментально найденным или теоретически известным зависимостям резонансной частоты кварцевых пьезорезонансных датчиков от температуры $\omega_{pi}(t)$. Устройство для измерения пространственного распределения температуры содержит N термочувствительных датчиков, параллельно соединенных двухпроводной линией, регистратор и источник переменного напряжения. В качестве термочувствительных датчиков использованы кварцевые пьезорезонансные датчики с различными резонансными частотами. В качестве источника переменного напряжения использован генератор многочастотного сигнала. Технический результат, на выполнение которого направлено данное изобретение, выражается в повышении точности, помехоустойчивости и расширении температурного диапазона измерения пространственного распределения температуры.

Из уровня техники также известен скважинный кварцевый датчик с минимальным применением электроники (патент РФ №2648390, E21B 47/06, G01L 9/00, G01L 19/00, G01H 13/00, опубликовано 26.03.2018). Известное решение направлено на контроль давления, температуры и/или вибрации при неблагоприятных окружающих условиях, не требующих применения активных электронных устройств или контура генератора в таких условиях. В предлагаемой системе и способе предусматривается получение информации от резонансного датчика давления и резонансного или пассивного

датчика температуры, соединенных с линией передачи и расположенных на глубине по меньшей мере 100 футов (30,48 м) от установленного на поверхности анализатора цепи. В системе и способе для определения давления, температуры и/или вибрации используются частоты отраженных сигналов от датчиков. Если датчики объединены в одну схему линией передачи или сетевым фильтром, отраженная часть энергии может содержать отраженную энергию передачи. Подаваемый сигнал и отраженная часть проходят по линии передачи, импеданс которой, предпочтительно, соответствует импедансу системы. При использовании многожильного кабеля компенсация влияния длины и температуры кабеля в условиях эксплуатации осуществляется посредством тарировки.

В приведенных выше аналогах в качестве первичного чувствительного элемента используется пьезорезонатор, резонансная частота которого связана с измеряемой величиной. При этом ввод измерительного сигнала осуществляется в режиме вынужденных колебаний. Это приводит к необходимости тщательного согласования импедансов резонаторов и кабеля, а также тарировки системы. Полное согласование невозможно, поэтому возникают дополнительные погрешности измерения, связанные с остаточным рассогласованием, которое в свою очередь зависит от множества факторов: температуры кабеля, градиента температуры по длине кабеля, старения кабеля и т.п. Кроме того, приходится выделять слабый отраженный сигнал резонаторов на фоне сильного сигнала возбуждения, что также приводит к дополнительным погрешностям измерения. Все эти недостатки принципиально устраняются при использовании режима свободных колебаний.

Отличительными особенностями заявленного технического решения от приведенных аналогов является: разделение во времени процессов возбуждения и съёма измерительного сигнала, одновременное возбуждение пьезорезонаторов в режиме вынужденных колебаний и съём измерительного сигнала в режиме свободных колебаний, использование НЧ-резонаторов.

Из уровня техники также известен резонансный датчик давления и температуры (патент US 7299678 B2, 2007) или набор параллельно соединённых резонансных датчиков, различающихся по используемой полосе частот. Каждый резонансный датчик содержит (металлический) вибрирующий элемент, возбуждение и съём измерительного сигнала которого осуществляется с помощью пьезоэлектрических элементов. Съём измерительного сигнала осуществляется в режиме свободных колебаний, но одновременно возбуждается только один из резонаторов, поиск резонансных частот осуществляется с фиксированным шагом, при этом на каждом шаге проверяется одна фиксированная частота.

Существенным отличием нашего подхода является использование пьезорезонаторов, в которых вибратор и цепи возбуждения и съёма измерительного

сигнала объединены в один конструктивный элемент. Пьезорезонансные датчики по сравнению с резонансными имеют более высокую добротность, что позволяет при том же разрешении по измеряемой величине соединить однопроводным кабелем большее число датчиков.

5

Сущность изобретения

Задачей, решаемой заявленным изобретением, является удаление электроники, необходимой для получения и обработки измерительного сигнала, из зоны повышенных температур и расширение диапазона рабочих температур датчика, увеличение
10 максимального расстояния между датчиком и упомянутой электроникой, повышение точности и помехоустойчивости измерений.

Технический результат заявленного изобретения заключается в расширении диапазона рабочих температур, в увеличении максимального расстояния между датчиком и вынесенной электроникой, а также в повышении точности и помехоустойчивости
15 измерений.

Указанный технический результат достигается тем, что размещают в контролируемые точки скважины один и более низкочастотных пьезорезонансных датчиков, соединенных параллельно между собой и соединенных соединительным кабелем с вынесенной электронной аппаратурой, осуществляют генерацию сигнала
20 возбуждения колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков широкополосным электрическим сигналом посредством вынесенной электронной аппаратуры, после генерации сигнала возбуждения низкочастотных пьезорезонансных датчиков прекращают генерацию сигнала возбуждения колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков и переключают вынесенную электронную аппаратуру на
25 ввод, в режиме свободных колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков осуществляют прием измерительного сигнала, содержащего затухающие синусоиды и определяют спектр измерительного сигнала, при этом спектр содержит резонансные пики в количестве, соответствующем количеству размещенных низкочастотных пьезорезонансных датчиков, и по положению максимума каждого пика определяют
30 резонансную частоту соответствующего низкочастотного пьезорезонансного датчика, определяют физические величины в контролируемых точках скважины по известным зависимостям резонансной частоты низкочастотных пьезорезонансных датчиков от соответствующих значений измеряемых физических величин.

В частном случае реализации заявленного технического решения вынесенную
35 электронную аппаратуру размещают на устье скважины или размещают в зоне скважины, свободной от воздействия повышенных температур.

В частном случае реализации заявленного технического решения соединение низкочастотных пьезорезонансных датчиков с вынесенной электронной аппаратурой

осуществляют посредством одножильного соединительного кабеля или посредством соединительного кабеля, выполненного в виде экранированной витой пары.

В частном случае реализации заявленного технического решения дополнительно осуществляют диагностику обрыва и замыкания соединительного кабеля.

В частном случае реализации заявленного технического решения разделяют на несколько диапазонов общую полосу частот, занимаемую датчиками, и осуществляют последовательное возбуждение и съём измерительного сигнала последовательно диапазон за диапазоном, при этом в каждом диапазоне все резонаторы возбуждаются одновременно.

В частном случае реализации заявленного технического решения дополнительно контролируют работоспособность низкочастотных пьезорезонансных датчиков по уровню и затуханию полезного сигнала.

В частном случае реализации заявленного технического решения физические величины измеряют в одной точке скважины.

В частном случае реализации заявленного технического решения физические величины измеряют в разных точках скважины.

В частном случае реализации заявленного технического решения в качестве физических величин измеряют давление и температуру.

В частном случае реализации заявленного технического решения измеряют поле температуры по рабочему интервалу скважины с использованием множества датчиков температуры, расположенных с заданным шагом в этом интервале.

В частном случае реализации заявленного технического решения по измеренному полю температуры на разных режимах работы скважины вычисляют профили притока и приемистости.

В частном случае реализации заявленного технического решения дополнительно устанавливаются опорные низкочастотные пьезорезонансные датчики в качестве идентификатора системы скважинных датчиков.

Указанный технический результат также достигается тем, что устройство определения физических величин в скважине содержит размещенные в скважине множество соединенных параллельно низкочастотных пьезорезонансных датчиков и вынесенную электронную аппаратуру получения и обработки измерительного сигнала, соединенную с упомянутыми датчиками посредством соединительного кабеля, при этом вынесенная электронная аппаратура состоит из микроконтроллера, соединенного с цифро-аналоговым преобразователем, который соединен с буферным усилителем, который в свою очередь соединен с аналоговым коммутатором, соединенным с входным усилителем измерительного сигнала, который соединен с аналогово-цифровым преобразователем, соединенным с упомянутым

микроконтроллером, а аналоговый коммутатор посредством соединительного кабеля подключен к скважинным пьезорезонансным датчикам, причем низкочастотные пьезорезонансные датчики выполнены с рабочей полосой частот, лежащей внутри рабочей полосы частот упомянутого соединительного кабеля.

5 В частном случае реализации заявленного технического решения соединительный кабель выполнен одножильным или выполнен в виде экранированной витой пары.

В частном случае реализации заявленного технического решения выполнено с возможностью эксплуатации при температурах до +500...+1000°C.

10 В качестве первичных чувствительных элементов используются низкочастотные пьезорезонансные датчики, рабочая полоса частот которых лежит внутри рабочей полосы частот соединительного кабеля, длина которого может составлять несколько километров, съём измерительного сигнала осуществляется в режиме свободных колебаний, что исключает из спектра измерительного сигнала спектр сигнала возбуждения, что в свою очередь устраняет влияние соединительного кабеля на результаты измерения (за
15 исключением ослабления сигнала) и повышает точность измерений.

Краткое описание чертежей

20 Детали, признаки, а также преимущества настоящего изобретения следуют из нижеследующего описания вариантов реализации заявленного технического решения с использованием чертежей, на которых показано:

Фиг.1 – структурно-функциональная схема измерительной системы;

Фиг.2 – пример измерительной системы на параллельно соединённых пьезорезонансных датчиках (ПРД):

- 25 а) характеристика преобразования;
б) амплитудно-частотная характеристика (спектр);
в) схема соединений.

На фигурах цифрами обозначены следующие позиции:

30 1 – вынесенная аппаратура; 2 – соединительный кабель; 3 – скважинные пьезорезонансные датчики; 4 – микроконтроллер; 5 – АЦП; 6 – ЦАП; 7 – буферный усилитель; 8 – аналоговый коммутатор; 9 – входной усилитель.

Раскрытие изобретения

35 Устройство определения физических величин в скважине состоит из вынесенной аппаратуры (1) получения и обработки измерительного сигнала пьезорезонансных датчиков (3), скважинных пьезорезонансных датчиков (3), соединённых параллельно и

соединительного кабеля (2), соединяющего вынесенную аппаратуру (1) и упомянутые пьезорезонансные датчики (3), размещенные в скважине.

Вынесенная аппаратура (1) состоит из микроконтроллера (4) вынесенной аппаратуры. Выходы микроконтроллера (4) соединены с входом цифро-аналогового (6) преобразователя. Выходы цифро-аналогового (6) преобразователя соединены с входом буферного усилителя (7), выходы которого соединены с аналоговым коммутатором (8).

Выходы аналогового коммутатора (8) посредством соединительного кабеля (2) подключены к скважинным пьезорезонансным датчикам (3). Пьезорезонансные датчики (3) соединены параллельно.

Аналоговый коммутатор (8) также соединен с входным усилителем (9) измерительного сигнала, выходы которого соединены с входами аналогово-цифрового преобразователя (5), выходы которого соединены с входами микроконтроллера (4).

Работает устройство следующим образом. Микроконтроллер (4) формирует сигнал возбуждения, который преобразуется в аналоговый вид при помощи цифро-аналогового преобразователя (6), усиливается буферным усилителем (7) и через аналоговый коммутатор (8) подаётся в кабель (2).

По завершении интервала возбуждения кабель (2) отсоединяется от буферного усилителя (7) и подключается ко входному усилителю (9) измерительного сигнала.

Измерительный сигнал представляет собой сумму затухающих синусоид с частотами собственных колебаний пьезорезонансных датчиков (3).

Усиленный измерительный сигнал оцифровывается при помощи аналого-цифрового преобразователя (5) и поступает в микроконтроллер (4). Микроконтроллер (4) записывает реализацию измерительного сигнала, вычисляет спектр этого сигнала, по максимумам спектра определяет частоты собственных колебаний пьезорезонансных датчиков (3), далее по измеренным значениям частоты и известным характеристикам преобразования датчиков определяются оценки измеряемых физических величин.

При этом точность измерений повышается за счёт использования пьезорезонансных датчиков, исключения вклада сигнала возбуждения в измерительный сигнал, упрощения цепи ввода сигнала (исключения схем согласования), использования на входе маломощного усилителя, упрощения модели измерительного сигнала и использования связанных с ним точных методов оценки частоты, всё это обеспечивается в конечном итоге за счёт использования режима свободных колебаний.

В качестве пьезорезонансных датчиков использованы низкочастотные пьезорезонаторы камертонного типа с колебаниями изгиба. Используемые низкочастотные резонаторы согласованы с полосой пропускания соединительного кабеля.

Помехоустойчивость дополнительно может быть улучшена за счёт использования вместо одножильного кабеля (жила плюс броня) экранированной "витой пары".

Низкочастотные резонаторы имеют, как правило, частоты от 30 до 70 кГц. Это позволяет значительно увеличить максимально возможную длину кабеля. Так, при применении высокочастотных пьезорезонаторов возможная длина кабеля составляет от 30 до 600 м. При использовании низкочастотных резонаторов возможно использование
5 кабеля с длиной порядка 3 км, и имеется потенциальная возможность увеличения длины кабеля до 6...10 км. Увеличение длины кабеля возможно за счёт использования пьезорезонаторов с меньшими рабочими частотами и/или соединительного кабеля с более широкой полосой частот, что в свою очередь достигается снижением погонного сопротивления кабеля, например, за счёт увеличения его диаметра, за счет
10 использования проводников с меньшим удельным сопротивлением, снижения потерь в изоляторе, а также переходом от одножильного кабеля к двухжильному на основе витой пары, что дополнительно снижает уровень помех.

Также в заявленном техническом решении применяют высокотемпературные пьезорезонансные датчики. За счёт использования высокотемпературных
15 пьезорезонансных датчиков и удаления электроники из зоны повышенных температур расширяется диапазон рабочих температур заявленного устройства.

Достигается возможность эксплуатации заявленного устройства в широком диапазоне рабочих температур (от -270 до $+500...+1000^{\circ}\text{C}$) и других сложных условиях.

Существуют другие пьезоматериалы, например, лангасит, расширяющие
20 потенциальный диапазон температур до примерно $+1000^{\circ}\text{C}$. Перечень сложных условий этим не ограничивается. Например, пьезорезонансные датчики также устойчиво работают при повышенном уровне радиации, при пониженных (криогенных) температурах (вплоть до -269°C).

Кроме того, низкочастотные резонаторы характеризуются намного более чистым
25 моночастотным спектром в широкой полосе частот, в отличие от высокочастотных резонаторов, спектр которых изобилует множеством трудно контролируемых побочных резонансов в области рабочих частот, в результате чего трудно подобрать несколько резонаторов, которые могут быть подключены к одному и тому же кабелю. На низкочастотных резонаторах, напротив, можно строить системы, в которых к одному и
30 тому же одножильному кабелю подключены 100 и более резонаторов.

Другая полезная особенность пьезорезонансных датчиков заключается в том, что информация об измеряемой величине заключена в значении резонансной частоты датчика, причём относительное изменение этой частоты в диапазоне измеряемых величин, как правило, невелико ($1...10\%$ от номинальной частоты). Это позволяет
35 соединить множество датчиков с разными частотами параллельно при помощи одного и того же кабеля.

Вынесенная электронная аппаратура может располагаться на устье скважины (наземный вариант) или в зоне скважины, свободной от воздействия повышенных температур (скважинный вариант).

5 Принцип действия измерительной системы на основе параллельно соединённых низкочастотных пьезорезонансных датчиков поясняется на Фиг. 2. Частота каждого резонатора в цепочке связана со своей измеряемой величиной. Зависимость определяется на этапе калибровки.

10 Предполагается, что диапазоны изменения частот не перекрываются, что позволяет однозначно идентифицировать каждый резонанс. Цикл измерения включает возбуждение колебаний в резонаторах с помощью широкополосного электрического сигнала, оценку резонансных частот (например, по положению максимумов амплитудного спектра суммарного выходного сигнала) и восстановление значений измеряемых величин.

15 Базовая концепция получения и обработки измерительного сигнала вместе с исходными свойствами пьезорезонансных датчиков, их потенциальными возможностями и дополнительными улучшениями позволяет получить набор ключевых свойств измерительной системы, в том числе, следующие:

- возможна эксплуатация в широком диапазоне рабочих температур (от -270 до $+500...+1000^{\circ}\text{C}$) и других сложных условиях;
- 20 – высокая точность и стабильность пьезорезонансных датчиков позволяют выполнять точные измерения длительное время без промежуточных проверок и калибровок;
- длина соединительного кабеля может составлять несколько (3 и более) километров;
- 25 – параллельно можно соединить множество датчиков (100 и более);
- опрос всех пьезорезонансных датчиков осуществляется одновременно;
- не требуется использование многожильного кабеля;
- можно единообразно измерять множество различных физических величин (давление, температуру, состав флюида, расход и другие величины, которые можно свести к изменению давления, температуры или импеданса);
- 30 – не требуется специальное согласование импедансов резонаторов и кабеля и принятие специальных мер по подавлению вспомогательных сигналов (возбуждения);
- возможно точное измерение как частоты, так и добротности резонаторов, что, в частности, позволяет различать полезные резонансы и периодические помехи;
- 35 – возможен контроль работоспособности датчиков по уровню и затуханию полезного сигнала;

– как показала практика работоспособность системы сохраняется при нарушении герметизации (протекании) прибора и/или кабеля и уменьшении параллельного сопротивления (короткого замыкания) до 50...100 Ом;

– имеются способы диагностики обрывов и замыкания кабеля, защиты от замыканий в нижнем сегменте кабеля подключённых к нему датчиков, что сохраняет частичную работоспособность измерительной системы.

Простейшая диагностика на обрыв или замыкание кабеля может быть осуществлена измерением сопротивления между проводниками на конце кабеля. Для диагностики обрыва на конце кабеля устанавливается резистор с сопротивлением, превышающим суммарное сопротивление кабеля. В случае обрыва сопротивление на конце кабеля возрастает, в случае замыкания — уменьшается.

Для защиты от замыкания в нижнем сегменте кабеля и подключённых к нему датчиков, они отделяются от верхнего сегмента кабеля и подключённых к нему датчиков резисторами с сопротивлением порядка 100 Ом. Это, с одной стороны, не приводит к значительному уменьшению полезного сигнала от датчиков, подключённых к верхнему сегменту кабеля, с другой стороны, позволяет получить измерительный сигнал от датчиков, подключённых к верхнему сегменту кабеля в случае замыкания в нижнем сегменте.

В отличие от многих других датчиков, таких как термометр сопротивления, термопара, тензопреобразователь давления и т.п., в пьезорезонансных датчиках выходная величина не доступна для непосредственного измерения (омметром, вольтметром и т.п.), а является параметром измерительного сигнала.

Таким образом, возникает задача получения и обработки этого сигнала. Сигнал представляет собой электрические колебания с частотой, близкой к собственной частоте пьезорезонансного датчика. Если к одному кабелю подключено множество датчиков, то выходным сигналом будет сумма колебаний с разными частотами. Помимо полезного сигнала следует иметь в виду наличие помех и шумов, которые в свою очередь разделяются на внешние и внутренние. К числу (неизбежно возникающих) внутренних помех относится сигнал возбуждения пьезорезонаторов. Для его подавления осуществляют тарировку кабеля, включающую определение его амплитудно-частотной характеристики, определяют математическую или физическую модель кабеля и/или сигнала возбуждения для его вычитания из измерительного сигнала и т.п.

Различают три режима работы пьезорезонатора: а) автоколебательный, б) вынужденных колебаний, в) свободных колебаний.

В автоколебательном режиме пьезорезонатор включается в контур обратной связи усилителя. Режим автоколебаний создаёт наиболее мощный (помехоустойчивый) и удобный для дальнейшей обработки измерительный сигнал, но наименее пригоден для рассматриваемой системы, поскольку связан с двумя существенными ограничениями: а)

требует сравнительно близкого размещения электроники (в большинстве случаев расстояние между усилителем и резонатором не может превышать 1 м), б) имеются сложности с одновременным возбуждением колебаний на нескольких частотах.

В режиме вынужденных колебаний источником сигнала возбуждения является
5 внешний генератор качающейся частоты, а пьезорезонатор играет роль полосового фильтра, изменяющего амплитуду и фазу сигнала на частотах вблизи собственной резонансной частоты. Он позволяет заметно (в сотни раз) увеличить длину соединительного кабеля. При этом требуется тщательное согласование импедансов
10 кабеля и пьезорезонатора, либо использование других методов снижения влияния кабеля на выходной измерительный сигнал.

В режиме свободных колебаний пьезорезонатор выполняет свободные затухающие колебания, то есть резонатор играет роль активного источника измерительного сигнала. Предварительно возбуждают данные колебания, для чего может использоваться режим автоколебаний или вынужденных колебаний. В режиме свободных колебаний
15 осуществляют разделение во времени процессов возбуждения колебаний в пьезорезонансных датчиках и съём выходного измерительного сигнала, возбуждение в режиме вынужденных колебаний, съём в режиме свободных колебаний.

Заявленный способ характеризуется разделением во времени процессов возбуждения и съёма измерительного сигнала, одновременным возбуждением
20 пьезорезонаторов в режиме вынужденных колебаний и съёмом измерительного сигнала в режиме свободных колебаний.

Заявленный способ позволяет осуществлять измерение физических полей (температуры, давления и других) по длине скважины или контролируемого интервала скважины. Для этого в контролируемом интервале скважины с требуемым шагом по
25 глубине размещается множество пьезорезонансных датчиков, измеряющих требуемую физическую величину. Контролируемый интервал скважины и шаг по глубине выбирается исходя из условий измерительной задачи и требуемого разрешения по глубине. В простейшем случае выбирается постоянный шаг по глубине. Может быть также реализован переменный шаг по глубине, что позволяет увеличить разрешение по глубине
30 в интервалах, представляющих наибольший интерес по условию измерительной задачи.

По результату измерения поля температур можно судить о герметичности скважинных труб (в месте негерметичности возникают аномалии температурного профиля), интервалах протока скважинной жидкости. По измеренным распределениям температур на разных режимах работы скважины (работающая скважина,
35 кратковременно и длительно остановленная скважина) с учётом теплопроводности и теплоемкости пород и по аналитическим формулам либо при помощи термомоделирования можно вычислить профили притока и приемистости.

При этом существенно, что измерение профилей давления и температуры осуществляются при помощи множества параллельно соединённых пьезорезонансных датчиков изложенным выше способом. Измерения производятся на разных режимах работы скважины (при разном дебите скважины). В результате определяются два или более наборов измерений профилей давлений и температур при разном дебите скважины. Далее в термогидродинамическом симуляторе изменением модельных параметров скважины добиваются воспроизведения полученных профилей давления и температуры. Значения модельных параметров (профиля притока или приёмистости) являются итоговыми результатами.

Рассмотрим конкретные примеры реализации способа измерения.

Пример 1. Скважинный датчик давления и температуры, содержащий пьезорезонансные чувствительные элементы давления (один резонатор с диапазоном частот 50.0...52.4 кГц в диапазоне давлений 0...60 МПа), температуры (два резонатора, один из которых выполняет функцию горячего резерва, с номинальными частотами 32.5 кГц и 33.5 кГц и диапазоном изменения частоты 210 Гц в диапазоне температур 0...100 С), а также один опорный резонатор (используемый для идентификации скважинного датчика, с частотой 35.7 кГц). Датчик устанавливается на глубине 2 км. Для возбуждения колебаний вынесенная электронная аппаратура генерирует сигнал с частотой, изменяющейся в интервале частот от 32 до 53 кГц. После возбуждения резонаторов вынесенная электронная регистрирующая аппаратура переключается на ввод и оцифровку измерительного сигнала. Измерительный сигнал включает четыре затухающие синусоиды и шум измерения. Определяется спектр реализации измерительного сигнала. Спектр содержит четыре резонансных пика по числу резонаторов. По положению максимума каждого пика определяется резонансная частота соответствующего резонатора. По известной характеристике преобразования определяются значения измеряемых величин.

Пример 2. Сборка из двух скважинных датчиков давления и температуры. Каждый датчик содержит по 4 резонатора, аналогично примеру 1. Первый датчик содержит резонатор давления с диапазоном частот 46.7...49.4 кГц в диапазоне давлений 0...60 МПа, резонаторы температуры с номинальными частотами 32.0 кГц и 33.0 кГц, опорный резонатор с частотой 34.4 кГц. Второй датчик содержит резонатор давления с диапазоном частот 50.0...52.4 кГц в диапазоне давлений 0...60 МПа, резонаторы температуры с номинальными частотами 32.5 кГц и 33.5 кГц, опорный резонатор с частотой 35.7 кГц. Датчики устанавливаются на глубине 2 км. Один из датчиков используется для определения параметров флюида внутри насосно-компрессорной трубы, второй - снаружи насосно-компрессорной трубы. Получение и обработка измерительного сигнала осуществляется так же, как в примере 1.

Пример 3. Сборка скважинных датчиков, включающая два резонатора давления и 100 резонаторов температуры, расположенных с шагом 1 м по длине контролируемого участка ствола скважины (100 м). Первый резонатор давления имеет диапазон частот 46.7...49.4 кГц в диапазоне давлений 0...60 МПа, второй резонатор давления имеет диапазон частот 50.0...52.4 кГц в диапазоне давлений 0...60 МПа, номинальные частоты резонаторов температуры распределены в полосах частот 30...46 кГц и 53...70 кГц с постоянным отношением номинальных частот соседних резонаторов. Первый резонатор давления устанавливается на глубине 1.1 км, второй резонатор давления устанавливается на глубине 1.0 км, между ними с шагом 1 м устанавливаются резонаторы температуры в порядке увеличения их номинальных частот. Получение и обработка измерительного сигнала осуществляется так же, как в примере 1.

Пример 4. Сборка скважинных датчиков, включающая два резонатора давления и 100 резонаторов температуры, расположенных в эксплуатационной скважине, добывающей нефть из пласта, расположенного на глубинах от 1050 м (кровля пласта) до 1070 м, с шагом 1 м в интервале глубин от 1.1 км (забой скважины) до 1.0 км, как в примере 3. Получение и обработка измерительного сигнала осуществляется так же, как в примере 1, при этом определяются забойное давление, давление на кровле пласта и профиль температур. На первом режиме с дебитом 50 м³/сут. скважина работает постоянно. На втором режиме скважина временно (на 3 суток) переводится на повышенный дебит 70 м³/сут. В результате определяются два набора измерений профилей температур и давлений на разных дебитах в установившемся режиме работы скважины. В термогидродинамическом симуляторе, на основе полученных данных, оцениваются относительные дебиты нефти совместно работающих пластов.

Пьезорезонансные датчики могут быть классифицированы по занимаемой области частот. Для достижения заявленного технического результата используются низкочастотные (НЧ) резонаторы, позволяющие (по сравнению с высокочастотными резонаторами) использовать более длинный соединительный кабель, характеризующийся более узкой полосой рабочих частот (рабочая полоса частот кабеля уменьшается при увеличении его длины). Дополнительное преимущество НЧ-резонаторов заключается в том, что они имеют чистый спектр, что упрощает параллельное соединение множества пьезорезонансных датчиков.

Собственно возможность разделить во времени процессы возбуждения и съема колебаний также обусловлена применением низкочастотных резонаторов (для высокочастотных такое разделение осложняется тем, что переходные процессы при переходе от одного режима к другому сравнимы по длительности с временем затухания собственных колебаний).

Формула изобретения

1. Способ определения физических величин в скважине, в котором размещают в контролируемые точки скважины один и более низкочастотных пьезорезонансных датчиков, соединенных параллельно между собой и соединенных соединительным кабелем с вынесенной электронной аппаратурой,

осуществляют генерацию сигнала возбуждения колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков широкополосным электрическим сигналом посредством вынесенной электронной аппаратуры,

после генерации сигнала возбуждения низкочастотных пьезорезонансных датчиков прекращают генерацию сигнала возбуждения колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков и переключают вынесенную электронную аппаратуру на ввод,

в режиме свободных колебаний низкочастотных пьезорезонансных датчиков осуществляют прием измерительного сигнала, содержащего затухающие синусоиды

и определяют спектр измерительного сигнала, при этом спектр содержит резонансные пики в количестве, соответствующем количеству размещенных низкочастотных пьезорезонансных датчиков,

и по положению максимума каждого пика определяют резонансную частоту соответствующего низкочастотного пьезорезонансного датчика,

определяют физические величины в контролируемых точках скважины по известным зависимостям резонансной частоты низкочастотных пьезорезонансных датчиков от соответствующих значений измеряемых физических величин.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что вынесенную электронную аппаратуру размещают на устье скважины или размещают в зоне скважины, свободной от воздействия повышенных температур.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что соединение низкочастотных пьезорезонансных датчиков с вынесенной электронной аппаратурой осуществляют посредством одножильного соединительного кабеля или посредством соединительного кабеля, выполненного в виде экранированной витой пары.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно осуществляют диагностику обрыва и замыкания соединительного кабеля.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что разделяют на несколько диапазонов общую полосу частот, занимаемую датчиками, и осуществляют последовательное возбуждение и съём измерительного сигнала последовательно диапазон за диапазоном, при этом в каждом диапазоне все резонаторы возбуждаются одновременно.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно контролируют работоспособность низкочастотных пьезорезонансных датчиков по уровню и затуханию полезного сигнала.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что физические величины измеряют в одной точке скважины.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что физические величины измеряют в разных точках скважины.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве физических величин измеряют давление и температуру.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что измеряют поле температуры по рабочему интервалу скважины с использованием множества датчиков температуры, расположенных с заданным шагом в этом интервале.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что по измеренному полю температуры на разных режимах работы скважины вычисляют профили притока и приемистости.

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно устанавливаются опорные низкочастотные пьезорезонансные датчики в качестве идентификатора системы скважинных датчиков.

13. Устройство определения физических величин в скважине, содержащее размещенные в скважине множество соединенных параллельно низкочастотных пьезорезонансных датчиков и вынесенную электронную аппаратуру получения и обработки измерительного сигнала, соединенную с упомянутыми датчиками посредством соединительного кабеля,

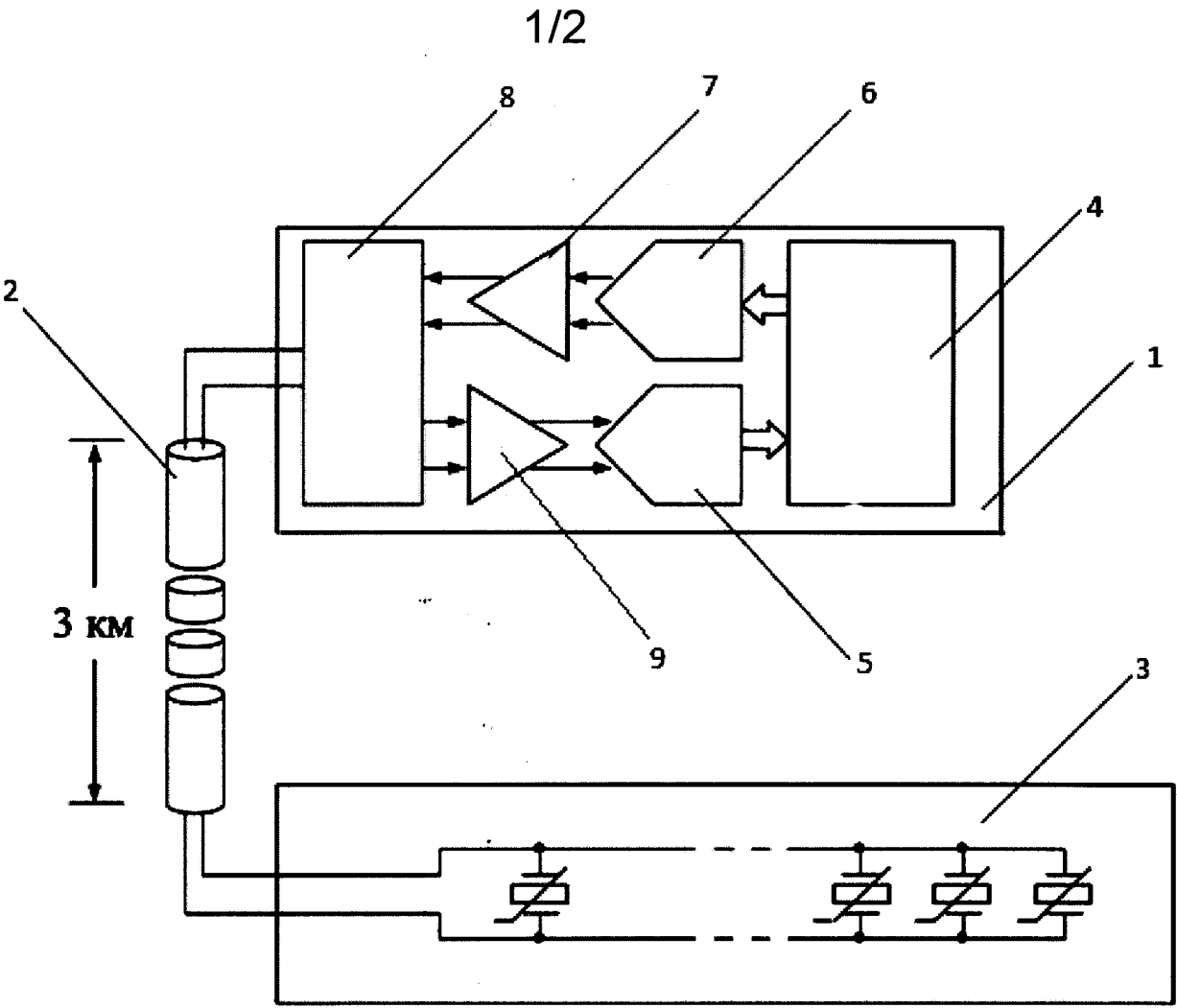
при этом вынесенная электронная аппаратура состоит из микроконтроллера, соединенного с цифро-аналоговым преобразователем, который соединен с буферным усилителем, который в свою очередь соединен с аналоговым коммутатором, соединенным с входным усилителем измерительного сигнала, который соединен с аналогово-цифровым преобразователем, соединенным с упомянутым микроконтроллером,

а аналоговый коммутатор посредством соединительного кабеля подключен к скважинным пьезорезонансным датчикам,

причем низкочастотные пьезорезонансные датчики выполнены с рабочей полосой частот, лежащей внутри рабочей полосы частот упомянутого соединительного кабеля.

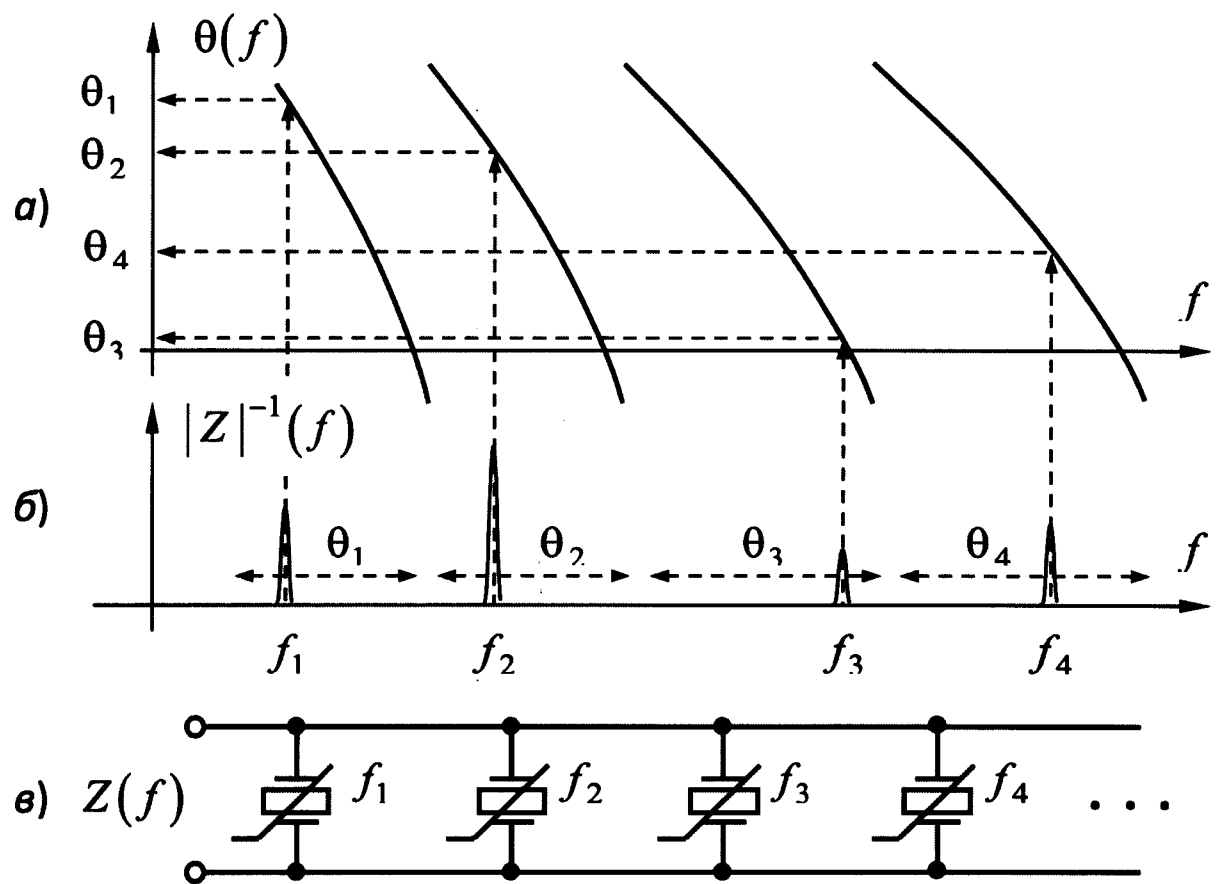
14. Устройство по п.13, отличающееся тем, что соединительный кабель выполнен одножильным или выполнен в виде экранированной витой пары.

15. Устройство по п.13, отличающееся тем, что выполнено с возможностью эксплуатации при температурах до +500...+1000°C.



Фиг.1

2/2



Фиг.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2020/000594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 47/06(2006.01) G01K 11/26 (2006/01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21B 47/06, 47/07, G01K 11/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, K-PION, Esp@cenet, Infomation Search system FIPS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/0101822 A1 (ERIC ATHERTON) 05.06.2013, [0006], [0009], [0011]-[0013], [0018], [0019], [0026], [0031]- [0033], [0035], [0036], [0038], [0041], fig. 2-4	1-15
Y	RU 2194956 C (OAO "ZAVOD ELEKTRONIKI I MEKHANIKI) 20.12.2002, p. 4 left-hand column, lines 11-27, lines 37-52 , right-hand column, lines 3-19, p. 5 left-hand column, lines 11-27, fig. 1	1-15
Y	RU 2431868 C1 (SUKONKIN SERGEI IAKOVLEVICH et al.) 20.10.2011, p. 19 lines 35- 45, fig. 7	13-15
Y	US 2014/0152456 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION) 05.06.2014, abstract	4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2021 (22.03.2021)

Date of mailing of the international search report

25 March 2021 (25.03.2021)

Name and mailing address of the ISA/
RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2020/000594

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EA 200500358 A1 (SHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.) 25.08.2005, p. 11 second paragraph	11
Y	RU 180725 U1 (ALENKOV VLADIMIR VLADIMIROVICH et al.) 21.06.2018, p. 7 line 47 - p.8 line 1, abstract	15
A	EA 25452 B1 (CHEVRON U.S.A. INC.) 30.12.2016	1-15
A	US 2017/0284189 A1 (SERCEL-GRC CORP.) 05.10.2017	1-15

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2020/000594

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>E21B 47/06 (2006.01)</i> <i>G01K 11/26 (2006/01)</i> Согласно Международной патентной классификации МПК		
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) E21B 47/06, 47/07, G01K 11/26 Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, K-PION, Esp@cenet, Информационно-поисковая система ФИПС		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
Y	US 2003/0101822 A1 (ERIC ATHERTON) 05.06.2013, [0006], [0009], [0011]-[0013], [0018], [0019], [0026],[0031]- [0033], [0035], [0036], [0038], [0041], фиг. 2-4	1-15
Y	RU 2194956 C (ОАО "ЗАВОД ЭЛЕКТРОНИКИ И МЕХАНИКИ) 20.12.2002, с. 4 левая кол., строки 11-27, строки 37-52 , правая кол., строки 3-19, с. 5 левая кол., строки 11-27, фиг. 1	1-15
Y	RU 2431868 C1 (СУКОНКИН СЕРГЕЙ ЯКОВЛЕВИЧ и др.) 20.10.2011, с. 19 строки 35- 45, фиг. 7	13-15
Y	US 2014/0152456 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPPORATION) 05.06.2014, реферат	4
☒ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылок документов: "А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным "D" документ, цитируемый заявителем в международной заявке "Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее "L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылаемого документа, а также в других целях (как указано) "O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. "P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности "У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста "&" документ, являющийся патентом-аналогом	
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
22 марта 2021 (22.03.2021)	25 марта 2021 (25.03.2021)	
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37	Уполномоченное лицо: Т.И. Щукина Телефон № 499-240-60-15	

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2020/000594

С. (Продолжение). ДОКУМЕНТЫ СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕВАЛЕНТНЫМИ		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
Y	EA 200500358 A1 (ШЛЮМБЕРГЕР ТЕКНОЛОДЖИ Б.В.) 25.08.2005, с. 11 второй абзац	11
Y	RU 180725 U1 (АЛЕНКОВ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ и др.) 21.06.2018, с. 7 строка 47 - с.8 строка 1, реферат	15
A	EA 25452 B1 (ШЕВРОН Ю. Эс. Эй. ИНК.) 30.12.2016	1-15
A	US 2017/0284189 A1 (SERCEL-GRC CORP.) 05.10.2017	1-15