



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 096 609⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ E 21 B 47/06

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96105228/03, 27.03.1996

(46) Дата публикации: 20.11.1997

(56) Ссылки: Коловертнов Г.Ю., Ишинбаев Н.А., Коловертнов Ю.Д. Изменение давления и температуры в скважине одним датчиком. Проблемы эффективности производства на северных нефтегазодобывающих предприятиях (доклады и сообщения). - II Научно-техническая конференция, т. 2, 1995, с. 6 - 8.

(71) Заявитель:

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

(72) Изобретатель: Коловертнов Г.Ю.,
Краснов А.Н., Коловертнов Ю.Д., Дамрин
Е.С., Федоров В.Н.

(73) Патентообладатель:

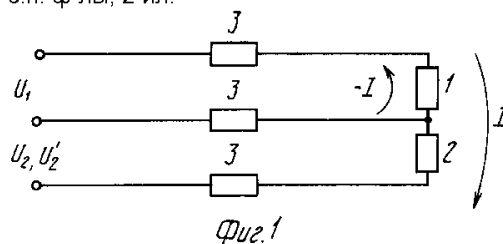
Уфимский государственный нефтяной
технический университет

(54) СПОСОБ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В СКВАЖИНЕ ОДНИМ ДАТЧИКОМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: для измерения геофизических параметров в скважине в нефтяной и других отраслях промышленности. Сущность изобретения: способ дистанционного измерения давления и температуры в скважине и устройство для его осуществления содержат подачу тока от двухполярного источника на двухплечий - тензомостовой датчик и измерение напряжений, по которым определяют температуру и давление с помощью математических выражений с учетом коэффициентов пропорциональности этих параметров. Выводы источника тока соединены трехпроводной линией связи с тремя входами аналого-цифрового преобразователя, выход которого подключен к микропроцессорному блоку. При подаче положительного импульса тока измеряется

напряжение между первым (верхним) проводом линии связи, питающим плечо тензомостового датчика, и средним потенциальным и между третьим (нижним) проводом линии связи и потенциальным средним, а при подаче отрицательного импульса на плечо тензомоста измеряется напряжение между потенциальным третьим или нижним проводом и питающим средним. 2 с.п. ф-лы, 2 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 096 609** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **E 21 B 47/06**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96105228/03, 27.03.1996

(46) Date of publication: 20.11.1997

(71) Applicant:

Ufimskij gosudarstvennyj neft'janoj
 tekhnicheskij universitet

(72) Inventor:

Kolovertnov G.Ju.,
 Krasnov A.N., Kolovertnov Ju.D., Damrin
 E.S., Fedorov V.N.

(73) Proprietor:

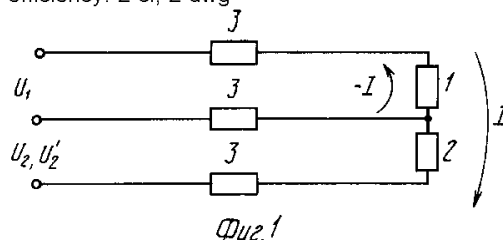
Ufimskij gosudarstvennyj neft'janoj
 tekhnicheskij universitet

(54) **METHOD AND DEVICE FOR REMOTE MEASURING OF PRESSURE AND TEMPERATURE IN WELL BY SINGLE SENSOR**

(57) Abstract:

FIELD: oil production and other industries. SUBSTANCE: according to method, electric current from bipolar source is fed to double-arm strain-gauge transducer and measured are voltage values and according to them determined are temperature and pressure using mathematical expressions with counting of coefficients of proportions of these parameters. Outputs of current source are connected by three-wire communication line with three inputs of analogue-digital converter and its output is connected to microprocessor unit. At feeding positive current pulse, measured is voltage between first (upper) wire of communication line which feeds arm of strain-gauge transducer

and middle potential wire and between third (lower) wire of communication line and potential middle wire, and when negative pulse is fed to arm of strain-gauge transducer, measured is voltage between potential third wire or lower wire and feeding middle wire. EFFECT: high efficiency. 2 cl, 2 dwg



Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения геофизических параметров в скважине, преобразуемых в изменение активного сопротивления резистивного датчика с использованием трехпроводной линии связи.

Известны способы и устройства для дистанционного измерения давления [1] и температуры [2] использующие четырехпроводную линию связи. Однако использование четырех проводов линии связи для измерения одного параметра, невозможность внесения поправки на изменение температуры при изменении давления [1] снижает точность измерения давления, т.к. не известны температура самого тензопреобразователя, а при измерении температуры скважины дистанционным термометром [2] необходимы два датчика температуры, что усложняет устройство.

Известен способ измерения давления и температуры в скважине одним датчиком (тензомостом) [3] включающий подачу тока на датчик, измерение напряжений, по которым определяют значения измеряемых параметров.

Известное устройство для измерения давления и температуры, выбранное в качестве прототипа [3] содержит мостовой тензопреобразователь давления (тензомост) четырехпроводную линию связи (трехжильный бронированный геофизический кабель), три источника тока.

Недостатком известного способа и устройства являются наличие трех источников тока, что усложняет устройство и, кроме того, создает трудности получения одинаковых токов, наличие шести нелинейных ключевых элементов (диодов) и подбор их попарно с одинаковыми вольт-амперными характеристиками также представляют значительную сложность и увеличивают дополнительную погрешность при изменении их температуры, что снижает точность измерения напряжений на выводах источника тока. Кроме того, в производственных условиях невозможно включить диоды в разрыв плеч тензомоста. Это может сделать только завод-изготовитель датчиков.

Цель изобретения повышение точности способа и упрощение устройства измерения за счет использования двуплечего резистивного датчика давления типа "КНС" (полумостовой датчик вместо мостового), повышения чувствительности по напряжению в два раза по сравнению со стандартным мостовым датчиком, устранения влияния сопротивления линии связи и отключение от брони кабеля, на которой наводится быстроменяющаяся ЭДС поляризации горных пород, а также ЭДС, вызванная электрохимическим потенциалом между жидкостью и броней кабеля.

Сущность изобретения заключается в том что, в способе измерения давления и температуры одним датчиком, включающим подачу тока на двуплечий тензомостовой датчик и измерение напряжений, по которым определяют значения измеряемых параметров, согласно изобретению при подаче положительного импульса тока измеряется напряжение между одним

питающим двуплечий тензомостовой датчик, проводом (верхним) и потенциальным (средним) U_1 и между другим, питающим двуплечий тензомостовой датчик, проводом (нижним) и потенциальным (средним) U_2 , а при подаче отрицательного импульса тока на плечо тензомоста 1 измеряется напряжение между потенциальным (нижним) и питающим проводом (средним) U_2' , а значения давления

и температуры определяют из соотношений:

$$P = K_p \cdot \Delta R_p = \frac{U_1 - U_2}{I};$$

$$T = K_t \cdot \Delta R_t = \frac{U_1 + U_2 - 2 \cdot U_2' - 2 \cdot U_0}{2 \cdot I},$$

где P , T соответственно давление кгс/см² и температура [°C] в месте нахождения скважинной части прибора;

I значение питающего тока, [мА]

ΔR_p , ΔR_t приращение активных сопротивлений тензодатчика от изменения измеряемых параметров давления и температуры, [Ом]

K_p коэффициент пропорциональности давления, кгс/см²·Ом;

K_t коэффициент пропорциональности температуры, град./Ом

U_1 , U_2 , U_2' измеряемые напряжения, [мВ]

$2 \cdot U_0 = 2 \cdot I \cdot R_{ph}$ падение напряжения на двуплечем тензомостовом датчике (при отсутствии давления и заданной начальной температуре), [мВ]

R_{ph} номинальное сопротивление тензодатчика, [Ом]

Поставленная цель достигается также тем, что в устройстве для измерения давления и температуры одним датчиком содержащим, полумостовой резистивный преобразователь давления, линию связи, двух полярный источник тока, согласно изобретению выводы источника тока соединены с тремя входами многоканального аналого-цифрового преобразователя (МАЦП) и через провода линии связи 3 с двуплечим тензомостовым датчиком.

На рис. 1 представлена схема, поясняющая способ; на рис. 2 устройство для осуществления способа.

Способ осуществляется следующим образом. Измерительная цепь содержит полумост с тензорезисторами 1 и 2, где тензорезистор 1 получает положительное приращение сопротивления ΔR_p , а тензорезистор 2 отрицательное приращение сопротивления ΔR_p при увеличении измеряемого давления, а при изменении температуры плечи тензомоста получают одинаковое приращение ΔR_t , трехпроводную линию связи с активным сопротивлением каждого провода 3.

Способ измерения давления и температуры одним датчиком осуществляется в следующей последовательности.

К верхнему и нижнему питающим двуплечий тензомостовой датчик проводам 3 подают ток одной полярности и измеряют напряжения между верхним питающим проводом и потенциальным (средним) U_1 , между нижним питающим проводом и

потенциальным (средним) U_2 , а при подаче тока другой полярности на плечо 1 двуплечего тензомостового датчика, измеряют напряжение между нижним (потенциальным) и средним (питающим) проводами U'_2 . Значения давления и

температуры определяют из соотношений:

$$U_1 = I \cdot (R_{pn} + \Delta R_p + \Delta R_t + R_n); \quad (1)$$

$$U_2 = I \cdot (R_{pn} - \Delta R_p + \Delta R_t + R_n); \quad (2)$$

$$U'_2 = -I \cdot R_n, \quad (3)$$

где R_n сопротивление одного провода линии связи, [Ом]

Вычитая из уравнения (1) уравнение (2) и разрешая относительно ΔR_p получим

$$\Delta R_p = \frac{U_1 - U_2}{2 \cdot I}, \quad (4)$$

а давление определяют, заранее определив коэффициент пропорциональности K_p градуировкой тензодатчика в функции давления

$$P = K_p \cdot \Delta R_p. \quad (5)$$

Подставив в уравнение (1) значения из уравнений (3) и (4) и разрешая его относительно ΔR_t получим:

$$\Delta R_t = \frac{U_1 + U_2 - 2 \cdot U'_2 - 2 \cdot U_0}{2 \cdot I}, \quad (5)$$

где $2 \cdot U_0 = 2 \cdot I \cdot R_{pn}$ падение напряжения на двуплечем тензомостовом датчике.

Тогда значение температуры определяется из соотношения

$$T = K_t \cdot \Delta R_t. \quad (7)$$

определив заранее коэффициент K_t градуировкой тензодатчика в функции температуры.

Устройство для одновременного измерения давления и температуры одним датчиком содержит двуплечий датчик давления типа "КНС" с тензорезисторами 1 и 2, трехпроводную линию связи, которая представляет собой трехжильный кабель с сопротивлением каждой жилы 3, два нелинейных ключевых элемента (диода) 4, 5.

Устройство имеет двухполярный источник тока 6, быстродействующий многоканальный АЦП (МАЦП) 7 и микропроцессорный блок 8 (МПБ).

Двуплечий датчик давления имеет равные номинальные значения сопротивлений тензорезисторов R_{pn} , которые получают равные и противоположные по знаку приращения сопротивлений от изменения давления и равные приращения сопротивлений тензорезисторов от изменения температуры, т.е. текущее значение сопротивления тензорезистора 1 определяется выражением

$$R_{pn} + \Delta R_p + \Delta R_t,$$

а тензорезистора 2 в этом случае выражением

$$R_{pn} - \Delta R_p + \Delta R_t$$

при увеличении давления и температуры.

Выводы источника тока соединены с тремя входами МАЦП и тремя проводами линии связи с двуплечим тензомостовым датчиком. Причем первый вывод источника тока соединен непосредственно с первым входом МАЦП и через первый провод линии связи с первым плечом двуплечего

тензомоста, а второй вывод источника тока одним концом соединен через плюс первого диода со вторым входом МАЦП и через третий провод линии связи с другим плечом двуплечего тензомоста, а другим концом через минус второго диода с третьим входом МАЦП и через второй провод линии связи с общей точкой плеч двуплечего тензомоста, выход МАЦП подключен к микропроцессорному блоку.

Устройство для реализации способа измерения давления и температуры одним датчиком работает следующим образом.

В момент подачи положительного импульса тока от источника тока 6 к двуплечему тензомостовому датчику напряжение U_1 на входе МАЦП равно

$$U_1 = I \cdot (R_{pn} + \Delta R_p + \Delta R_t + R_n), \quad (8)$$

где R_n активное сопротивление одного провода линии связи, [Ом]

R_{pn} номинальное сопротивление тензодатчика (при отсутствии избыточного давления и заданной начальной температуре);

ΔR_p , ΔR_t приращение активного сопротивления тензорезистора соответственно от изменения измеряемых давления и температуры,

которое по команде, поданной на управляющий вход МАЦП 7 от МПБ 8 преобразуется в цифровой код $N1$, [Ом]

$$N1 = a \cdot U_1 = a \cdot I \cdot (R_{pn} + \Delta R_p + \Delta R_t + R_n), \quad (9)$$

где a коэффициент преобразования; 1/мА. Затем на вход МАЦП 7 по команде от МПБ 8 подается напряжение U_2 , которое определяют из соотношения

$$U_2 = I \cdot (R_{pn} - \Delta R_p + \Delta R_t + R_n). \quad (10)$$

По команде, поданной на управляющий вход МАЦП 7, оно преобразуется в цифровой код $N2$, [Ом]

$$N2 = a \cdot U_2 = a \cdot I \cdot (R_{pn} - \Delta R_p + \Delta R_t + R_n). \quad (11)$$

Далее, в момент подачи источником тока 6 отрицательного импульса тока к тензодатчику напряжение U'_2 на входе МАЦП 7 равно

$$U'_2 = -I \cdot R_n \quad (12)$$

Оно преобразуется по команде, поданной на МАЦП 7 в цифровой код $N3$, [Ом]

$$N3 = a \cdot U'_2 = a \cdot (-I \cdot R_n). \quad (13)$$

Информация о напряжениях U_1 , U_2 , U'_2 в

виде кодов $N1$, $N2$, $N3$ последовательно поступает в микропроцессорный блок МПБ 8. В МПБ осуществляется определение приращений сопротивлений, вызванных изменением давления и температуры, по следующим алгоритмам

$$N1 - N2 = a \cdot (U_1 - U_2) = a \cdot 2 \cdot I \cdot \Delta R_p; \quad (14)$$

$$N1 + N2 - 2 \cdot N3 - 2 \cdot NO = a \cdot 2 \cdot I \cdot \Delta R_t =$$

$$= a \cdot (U_1 + U_2 - 2 \cdot U'_2 - 2 \cdot U_0), \quad (15)$$

где $2 \cdot NO = 2 \cdot a \cdot U_0 = 2 \cdot a \cdot I \cdot R_{pn}$ - цифровой код, равный падению напряжения на двуплечем тензомостовом датчике (при отсутствии давления и заданной начальной температуре), [Ом]

Обеспечивая равенство $a=1/I$, получим алгоритмы приращений сопротивлений

$$\Delta R_p = \frac{N1 - N2}{Z} ; \quad (16)$$

$$\Delta R_t = \frac{N1 + N2 - 2 \cdot N3 - Z \cdot N0}{Z} . \quad (17)$$

Измеряемые одним датчиком параметры давление и температура - вычисляются умножением результатов на коэффициенты пропорциональности соответственно K_p и K_t , определяемые при снятии градуировочных характеристик датчика отдельно при действии давления и температуры

$$P = K_p \cdot \Delta R_p = K_p \cdot \frac{N1 - N2}{Z} ; \quad (18)$$

$$T = K_t \cdot \Delta R_t = K_t \cdot \frac{N1 + N2 - 2 \cdot N3 - Z \cdot N0}{Z} . \quad (19)$$

Измеряемая информация может быть выведена на отдельные блоки индикации давления и температуры, на печать или поступать на ЭВМ для дальнейшего хранения, обработки и использования.

Таким образом, способ и устройство измерения давления и температуры, например в скважинах, позволяет при измерении давления и температуры одним датчиком по трехпроводной линии связи (по трехжильному геофизическому кабелю), расширить область использования указанных датчиков, их функциональные возможности, повысить чувствительность точности измерения и упростить устройство за счет устранения влияния на точность измерений канала связи (активного сопротивления линии связи), отсоединения измерительной цепи от брони кабеля, на которой всегда присутствует ЭДС поляризации и электрохимический потенциал, меняющийся случайным образом, устранения ключевых элементов, подбор которых трудно обеспечить.

Использование одного двухполярного источника тока вместо трех, у которых трудно обеспечить равенство токов, упрощает функции микропроцессорного блока.

Предлагаемое изобретение может быть использовано в нефтегазовой промышленности для исследования нефтяных и газовых скважин, а также для исследования высокотемпературных парогидротермальных скважин, предназначенных для получения пара из недр земли для геотермальных станций.

Источники информации

1. В. И. Ваганов. Интегральные тензопреобразователи. М. Энергоатомиздат, 1983, с. 133-135.

2. Л. И. Померанц, Д. В. Белоконь, В. Ф. Козляр. Аппаратура и оборудование геофизических методов исследования скважин. М. Недра, с. 197.

3. Г. Ю. Коловертнов, Н. А. Ишинбаев, Ю. Д. Коловертнов. Измерение давления и температуры в скважине одним датчиком. В сб. "Проблемы эффективности производства на северных нефтегазодобывающих предприятиях". Доклады и сообщения. М. 1995, (11 н.-т. конференция. Том 2, с. 6-8).

Формула изобретения:

1. Способ измерения давления и температуры в скважине одним датчиком, включающий подачу тока на датчик и

измерение напряжений, по которым определяют значения измеряемых параметров, отличающийся тем, что при подаче положительного импульса тока измеряют напряжение между одним, питающим двуплечий тензомостовой датчик, проводом (верхним) и потенциальным (средним) U_1 и между другим, питающим двуплечий тензомостовой датчик, проводом (нижним) и потенциальным (средним) U_2 , а при подаче отрицательного импульса тока на плечо тензомоста измеряют напряжение между потенциальным (нижним) и питающим проводом (средним) U'_2 , а значения давления

и температуры определяют из соотношений

$$P = K_p \cdot \Delta R_p = \frac{U_1 - U_2}{Z \cdot I} ;$$

$$T = K_t \cdot \Delta R_t = \frac{U_1 + U_2 - 2 \cdot U'_2 - Z \cdot U_0}{Z \cdot I} ,$$

где P , T соответственно давление, кгс/см², и температура, °C, в месте нахождения скважинной части прибора;

I значение питающего тока, мА;

ΔR_p , ΔR_t - приращение активных сопротивлений тензодатчика от изменения измеряемых параметров давления и температуры, Ом;

K_p коэффициент пропорциональности давления, кгс/см² • Ом;

K_t коэффициент пропорциональности температуры, °C/Ом;

U_1 , U_2 , U'_2 - измеряемые напряжения, мВ;

U_0 $I \cdot R_{pH}$ падение напряжения на двуплечем тензомостовом датчике при отсутствии давления и заданной начальной температуре, мВ;

R_{pH} номинальное сопротивление тензодатчика, Ом.

2. Устройство для измерения давления и температуры в скважине одним датчиком, содержащее тензопреобразователь давления, линию связи, источник тока, отличающееся тем, что выводы источника тока соединены с тремя входами многоканального аналого-цифрового преобразователя, причем первый вывод источника тока соединен непосредственно с первым входом многоканального аналого-цифрового преобразователя, а через первый провод линии связи с первым плечом двуплечего тензомоста, а второй вывод источника тока одним концом соединен через "плюс" первого диода с вторым входом многоканального аналого-цифрового преобразователя и через третий провод линии связи с другим плечом двуплечего тензомоста, а другим концом через "минус" второго диода с третьим входом многоканального аналого-цифрового преобразователя и через второй провод линии связи с общей точкой плеч двуплечего тензомоста, выход многоканального аналого-цифрового преобразователя подключен к микропроцессорному блоку.

