



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E21B 47/047 (2020.08); G01F 23/24 (2020.08)*

(21)(22) Заявка: 2020117096, 12.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.05.2020

Дата регистрации:  
02.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.05.2020

(45) Опубликовано: 02.02.2021 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

452323, Рес. Башкортостан, г. Дюртюли, ул. Ф.  
Зайлалова, 16, кв. 82, Денисламову И.З.

(72) Автор(ы):

Денисламов Ильдар Зафирович (RU),  
Галимов Артур Маратович (RU),  
Ганиев Шамиль Рамилевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Денисламов Ильдар Зафирович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2559979 C1, 20.08.2015. RU  
2623756 C1, 29.06.2017. RU 2612704 C1,  
13.03.2017. US 10145235 B2, 04.12.2018. US  
8560268 B2, 15.10.2013.

## (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ВОДОЗАБОРНОЙ СКВАЖИНЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к практике эксплуатации водозаборных скважин с помощью глубинно-насосного оборудования и может использоваться в нефтедобывающей промышленности и в других отраслях промышленности. Способ определения уровня жидкости в водозаборной скважине основан на различии в теплопроводности газовой среды и жидкости в скважине и различном поведении проводника электрического тока в этих разных средах. Любой проводник нагревается в газовой и жидкой средах по-разному, вследствие этого меняется по-разному и его сопротивление и сила тока в электрической цепи. С учетом этого в скважине от устья до глубинного насоса или продуктивного пласта на стационарной основе

располагают сложенный вдвое в U-образной форме электропроводящий одножильный кабель в неэлектропроводящей оболочке с теплопроводящей способностью. Кабель соединяют через резистор (электрическое сопротивление) и амперметр в последовательную электрическую цепь. Предварительно по скважине получают калибровочную зависимость силы тока в электрической цепи от уровня раздела газовой и жидкой сред. Уровень жидкости в скважине определяют дистанционно с необходимой частотой с помощью калибровочной зависимости, подключения электрической цепи к источнику напряжения и снятия показания амперметра через фиксированное время. 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*E21B 47/047* (2012.01)  
*G01F 23/24* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21B 47/047 (2020.08); G01F 23/24 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020117096, 12.05.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**12.05.2020**

Registration date:  
**02.02.2021**

Priority:  
(22) Date of filing: **12.05.2020**

(45) Date of publication: **02.02.2021** Bull. № 4

Mail address:  
**452323, Res. Bashkortostan, g. Dyurtyuli, ul. F. Zajjalova, 16, kv. 82, Denislamovu I.Z.**

(72) Inventor(s):  
**Denislamov Ildar Zafirovich (RU),  
Galimov Artur Maratovich (RU),  
Ganiev Shamil Ramilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Denislamov Ildar Zafirovich (RU)**

(54) **METHOD FOR DETERMINING THE LEVEL OF LIQUID IN A WATER INTAKE WELL**

(57) Abstract:

FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to operating water wells using downhole pumping equipment and can be used in the oil industry and in other industries. The method of determining the level of liquid in a water well is based on the difference in the thermal conductivity of the gas medium and the liquid in the well and the different behavior of the electric current conductor in these different environments. Any conductor heats up in a gaseous and liquid medium in different ways, as a result of which its resistance and current strength in the electrical circuit change in different ways. Taking this into account, an electrically conductive single-core cable in a non-conductive sheath with a heat-conductive capacity, folded in two in a U-

shape, is placed on a stationary basis in the well from the wellhead to a deep pump or productive formation. The cable is connected through a resistor (electrical resistance) and an ammeter to a series electrical circuit. The well allows determining a calibration dependence of the current in the electric circuit on the level of the gas and liquid media separation. The level of liquid in the well is determined remotely at the required frequency using calibration dependence, connecting an electrical circuit to a voltage source and taking an ammeter reading after a fixed time period.

EFFECT: invention determines the level of liquid in a water intake well.

1 cl, 1 dwg

RU 2 742 164 C1

RU 2 742 164 C1

Заявляемое изобретение относится к практике эксплуатации водозаборных скважин с помощью глубинно-насосного оборудования, и может использоваться в нефтедобывающей промышленности и в других отраслях промышленности.

5 В скважинах межтрубное пространство (МП) между колонной лифтовых труб и обсадной колонной заполнено, как правило, двумя средами: газовой и жидкостной. Граница между средами в действующей скважине называется динамическим уровнем жидкости. Его глубину от устья скважины определяют с необходимой частотой для оценки давления на приеме глубинного насоса, определения объема воды в скважине и характеристик водонасыщенного пласта.

10 Динамический и статический уровни жидкости в скважинах определяют с помощью эхолотирования межтрубного пространства, то есть о глубине уровня судят по времени прохождения звуковой волны в газовой среде (стр. 202 в книге: Васильевский В.Н., Петров А.И. Оператор по исследованию скважин. Учебник для рабочих.- М.: Недра, 1983. - 310 с.). Метод является основным в нефтедобывающей промышленности, но  
15 имеет несколько недостатков. Акустический сигнал с устья скважины, как правило, создает оператор по добыче нефти или исследователь с помощью переносного генерирующего устройства типа Микон-101 или Судос. Работы на скважине всегда сопряжены с определенной опасностью из-за повышенного давления в скважине. Получаемая таким образом информация является, по своей сути, дискретной величиной  
20 и часто недостаточной для принятия квалифицированных и оперативных решений по эксплуатации системы «пласт - глубинный насос».

Известен способ оценки уровня жидкости в водозаборной скважине по патенту РФ на изобретение №2623756 (опубл. 29.06.2017, бюл. 19), по которому генератор и приемник акустической волны располагают в зоне глубинного насоса, об уровне воды в скважине  
25 судят по времени прохождения акустической волны от насоса до уровня и обратно к насосу. Способ характеризуется погрешностью при наличии пузырьков газа в водной среде и изменении скорости движения акустического сигнала в газожидкостной среде водной многофазной среде.

Наиболее близким по техническому решению к заявляемому изобретению является  
30 способ определения уровня жидкости в скважине по патенту РФ на изобретение №2559979 (опубл. 20.08.2015, бюл. 23). Согласно этому изобретению от устья скважины до глубинного насоса располагают стационарно и равномерно по вертикальной глубине скважины датчики давления, по информации от которых и определяют границу различных сред по излому зависимости давления от глубины датчиков. Способ имеет  
35 следующие недостатки:

- графоаналитическим путем определяется вертикальная глубина раздела фаз, для определения уровня жидкости по абсолютной длине скважины необходимы качественные данные по удлинению ствола скважины относительно вертикальной составляющей от устья до насоса;
- 40 - электрическая цепь из множества датчиков давления является сложным устройством, в котором необходимо контроллером станции управления получать в индивидуальном порядке информацию от каждого датчика давления;
- датчики давления являются достаточно габаритными устройствами, поэтому их размещение с учетом бронирующих оболочек в ограниченном пространстве кольцевого  
45 межтрубного пространства сегодня представляет конструктивную сложность.

Технической задачей заявляемого изобретения является создание способа определения уровня жидкости в водозаборной скважине в постоянном режиме времени без участия человека с минимальными затратами и одновременным повышением точности

производимых замеров.

Поставленная задача выполняется тем, что по способу определения уровня жидкости в водозаборной скважине, который заключается в установке электрических устройств равномерно от устья скважины до глубинного насоса, в качестве устройств в  
 5 единственном числе используют электропроводящий одножильный кабель в неэлектропроводящей оболочке с теплопроводящей способностью, сложенный вдвое кабель в U образной форме прокладывают стационарно от устья до глубинного насоса или продуктивного пласта с помощью нетеплопроводящих центраторов так, чтобы  
 10 кабели оказались в центральной части межтрубного пространства скважины, сложенный вдвое кабель соединяют последовательно через резистор (электрическое сопротивление) и амперметр в электрическую цепь, а глубину уровня жидкости в скважине определяют по показанию амперметра через определенный интервал времени после подключения  
 15 электрической цепи к источнику напряжения постоянной величины и предварительно полученной калибровочной зависимости силы тока в цепи от глубины раздела газовой и жидкой сред как фактора общего сопротивления электрической цепи.

В основу изобретения положено утверждение о линейной зависимости сопротивления тепловыделяющего проводника электрической цепи от его температуры стр. 157 в книге: Трофимова Т.И., Курс физики: Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 478 с.).

20 Например, для металлического кабеля (проводника) с повышением его температуры растет электрическое сопротивление. В скважинных условиях часть электропроводящего кабеля окажется в газовой среде, а часть - в водной среде. Известно, что теплопроводность воды в десятки раз превышает аналогичный показатель газовой  
 25 среды, например, воздуха или метана. Поэтому каждый метр проводника, находящийся в газовой среде, будет нагреваться на большую величину, чем аналогичное устройство в водной среде. Зависимость электрического сопротивления металлического кабеля фиксированной длины  $R(t)$  от температуры  $t$  имеет линейный характер и определяется известной формулой:

$$30 \quad R(t) = R_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (1)$$

где:

$\alpha$  - температурный коэффициент;

35  $R_0$  - электрическое сопротивление металлического кабеля фиксированной длины при температуре ноль градусов по шкале Цельсия.

Исходя из вышеизложенного, металлический кабель (проводник), находящийся в газовой среде будет постепенно нагреваться из-за низкой теплопроводности  
 40 окружающей среды. Обратная картина будет наблюдаться по проводнику, который находится в воде, так как вода будет своевременно отводить тепло от электрического проводника, не давая ему нагреваться.

Схема предлагаемой по изобретению электрической цепи в скважинных условиях предложена на фиг. 1, где следующими номерами обозначены: 1 - обсадная колонна скважины, 2 - колонна насосно-компрессорных труб (НКТ), 3 - глубинный насос, 4 -  
 45 измерительный кабель, 5 - центраторы, 6 - дополнительный резистор, 7 - амперметр, 8 - источник напряжения постоянной величины, 9 - ровень жидкости в скважине, 10 - газовая среда, 11 - водная фаза, 12 - оболочка (наполнитель) кабеля, 13 - защитная броня кабеля.

Электропроводящий кабель (разрез А-А на фиг.1) состоит из одножильного

проводника (металл или полупроводник) 4, неэлектропроводящей оболочки (наполнителя) 12 с теплопроводящей способностью и защитного покрытия (брони) 13. В качестве наполнителя можно использовать эффективные материалы фирмы Номакон типа КПТД, имеющие высокие значения коэффициента теплопроводности на уровне 1,1 Вт/(м·К), что вдвое выше аналогичного показателя для воды.

Общее сопротивление электрической цепи  $R_{общ}$ , приведенной на фиг. 1, выразим формулой, соответствующей последовательному соединению трех сопротивлений, два из которых являются условными с границей по уровню воды в скважине.

$$R_{общ} = R_0 + 2R_1 \cdot H_{ур} + 2R_2 \cdot (H - H_{ур}) \quad (2)$$

где:

$R_0$  - резистор, выполняющий функцию дополнительного сопротивления для неглубоких водозаборных скважин;

$R_1$  - сопротивление кабеля, находящегося в газовой среде;

$R_2$  - сопротивление кабеля, находящегося в воде;

$H_{ур}$  - уровень воды в скважине от устья;

$H$  - длина сложенного вдвое кабеля в скважине от устья до насоса или водонасыщенного пласта.

Из формулы 2 выразим уровень жидкости (воды) в скважине:

$$H_{ур} = \frac{R_{общ} - R_0 - 2 \cdot R_2 \cdot H}{2(R_1 - R_2)} \quad (3)$$

В выражении 2 параметры  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  - постоянные величины, особенно для неглубоких водозаборных скважин, параметр  $H$  - также неизменная величина. Общее сопротивление в цепи выразим как отношение напряжения к силе тока:  $R_{общ} = U/I$ , поэтому уравнение 3 характеризует обратную зависимость между уровнем жидкости  $H_{ур}$  в скважине и силой тока в электрической цепи  $I$ :

$$H_{ур} = a \cdot \frac{1}{I} - b \quad (4)$$

где:  $a$  и  $b$  - постоянные величины.

Для глубоких скважин температура горных пород вокруг скважины будет повышаться с ее глубиной с учетом геотермического градиента. Это будет влиять и на температуры газовой и водной среды, на их теплоотводящие способности. Надо заметить и то, что и вода, которая поднимается по колонне насосно-компрессорных труб, будет вносить свою долю тепла в верхней части скважины. Рассчитать эти процессы для скважины практически невозможно, поэтому по изобретению предложено на ранней стадии эксплуатации водозаборной скважины получить калибровочную зависимость уровня воды от силы тока в электрической цепи.

Изменение уровня воды в скважине для получения калибровочной зависимости

можно выполнить несколькими способами, например, изменением производительности глубинного насоса. После каждого изменения уровня воды необходимо замерить глубину этого уровня приемлемым способом, например, традиционным акустическим способом, и одновременно замерить силу тока в электрической цепи из множества терморезисторов.

В сравнении с прототипом - патентом РФ на изобретение №2559979 -рассмотренная заявка экономически выгодна для нефтедобывающих предприятий, так как предлагаемая по изобретению электрическая схема состоит лишь из одного одножильного кабеля и не имеет таких дорогостоящих элементов как датчики давления.

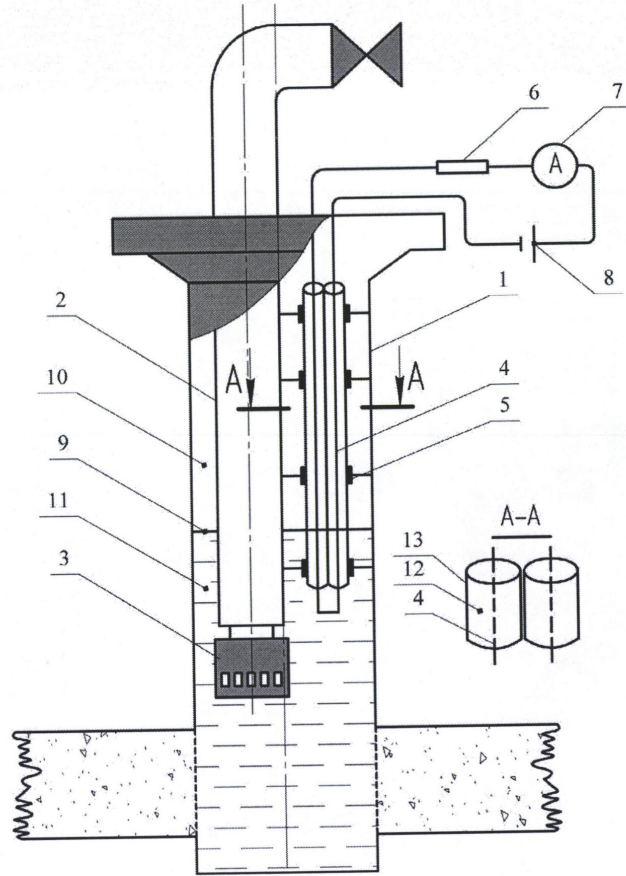
По мнению авторов, новизной и существенным отличием по изобретению являются следующие положения, отраженные в заявке:

- уровень жидкости (воды) определяется дистанционно с необходимой частотой по показанию амперметра (сила тока в цепи);

- показание амперметра снимается через определенное время, необходимое для стабилизации температуры и сопротивления электрического кабеля, которые могут находиться в разных средах в зависимости от уровня воды в скважине.

#### (57) Формула изобретения

Способ определения уровня жидкости в водозаборной скважине, заключающийся в установке электрических устройств равномерно от устья скважины до глубинного насоса, отличающийся тем, в качестве устройства в единственном числе используют электропроводящий одножильный кабель в неэлектропроводящей оболочке с теплопроводящей способностью, сложенный вдвое кабель в U-образной форме прокладывают стационарно от устья до глубинного насоса или продуктивного пласта с помощью нетеплопроводящих центраторов так, чтобы кабели оказались в центральной части межтрубного пространства скважины, сложенный вдвое кабель соединяют последовательно через резистор (электрическое сопротивление) и амперметр в электрическую цепь, а глубину уровня жидкости (воды) в скважине определяют по показанию амперметра через определенный интервал времени после подключения электрической цепи к источнику напряжения постоянной величины и предварительно полученной калибровочной зависимости силы тока в цепи от глубины раздела газовой и жидкой сред как фактора общего сопротивления электрической цепи.



Фиг.1