

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201900593 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.06.30

(51) Int. Cl. E21B 47/008 (2012.01)
G01N 21/17 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.12.05

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРА
ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА

(96) 2019/035 (AZ) 2019.12.05

(71) Заявитель:
ИНСТИТУТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ (AZ)

(72) Изобретатель:

Алиев Тельман Аббас оглы, Рзаев
Аббас Гейдар оглы, Гулиев Гамбар
Агаверди оглы, Асадова Рена Шариф
кызы, Хагвердиев Вугар Мамед оглы
(AZ)

(57) Изобретение относится к нефтяной промышленности, в частности к технологии диагностики оборудования, и может быть использовано в системах мониторинга состояния глубинных насосов нефтяных скважин и контроля их производительности. Сущность заявляемого изобретения состоит в способе измерения коэффициента наполнения цилиндра глубинного насоса. Способ включает измерение с помощью источника и приемника инфракрасного излучения оптической плотности среды участка эксплуатационной колонны. Строят гистограмму, по которой определяют уровень жидкости, и по заявляемой формуле рассчитывают коэффициент заполнения цилиндра глубинного насоса. Технический эффект заявляемого изобретения состоит в создании эффективного способа определения коэффициента наполнения цилиндра насоса.

A1

201900593

201900593

A1

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРА ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА

Изобретение относится к нефтяной промышленности, в частности, к технологии диагностики оборудования и может быть использовано в системах мониторинга состояния глубинных насосов нефтяных скважин и контроля их производительности.

Известно (1), что эксплуатация нефтяных скважин глубинными штанговыми насосами является одним из распространенных и основных способов добычи нефти, особенно для малодебитных скважин. Однако достаточно быстрый износ плунжерной пары, насосно-компрессорных труб и штанг вследствие трения, приводящих к снижению производительности оборудования, а также трудоемкость операций по замене и ремонту глубинных насосов обуславливает актуальность разработки способов диагностики технического состояния глубинно-насосной установки (ГНУ) и, в частности, как показатель технического состояния ГНУ - коэффициент наполнения насоса. Параметр - коэффициент наполнения цилиндра насоса, как один из контролируемых параметров, важен для оперативного управления работой скважины и повышения эффективности нефтедобычи.

Известны (2,3,4,5) способы определения коэффициента наполнения глубинного штангового насоса, в которых предлагаются различные варианты решения такой задачи. Это и регистрация кривой (ватметрограммы) потребляемой электродвигателем мощности при ходе штанг вниз и по характеру изменяемой мощности определяют коэффициент наполнения насоса (2); с помощью построения динамограммы (3); а также по пьезограмме (4). Указанные способы позволяют диагностировать

полноту наполнения насоса, но общим недостатком указанных способов является то, что они достаточно объемные по выполнению и позволяют получить значение коэффициента наполнения насоса только косвенно, проводя сложные расчеты, которые дают очень большую погрешность.

Одним из вариантов такого решения является известный способ (5) автоматического измерения коэффициента наполнения цилиндра глубинного насоса, разработанный авторами заявляемого изобретения.

Способ заключается в определении высоты жидкости, находящейся в насосно-компрессорной трубе (НКТ), на глубине одного метра от устья НКТ. Для определения высоты жидкости датчиками давления, расположенными в двух граничных точках этого расстояния, измеряют давление между указанными точками и на основании полученных данных рассчитывают коэффициент наполнения глубинного штангового насоса.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по техническому оснащению и способу определения необходимых параметров, является известный (6) способ и система автоматического измерения уровня водяной подушки и высоты промежуточного эмульсионного слоя, который заключается в измерении оптической плотности среды аппарата (отстойника) с помощью датчиков и приемников инфракрасного излучения, установленных по всей высоте аппарата на внешних сторонах аппарата, построения гистограммы устанавливающей изменения концентрации асфальтенов по высоте аппарата. Известный способ позволяет с высокой точностью установить уровень раздела фаз по высоте аппарата. Но он не способен определить коэффициент наполнения глубинного насоса.

Задача изобретения состоит в создании более эффективного способа определения коэффициента наполнения цилиндра насоса.

Сущность заявляемого изобретения состоит в способе определения коэффициента наполнения цилиндра глубинного насоса.

Способ включает измерение, с помощью источника и приемника инфракрасного излучения с длиной волны в интервале 1000-15000нм,

оптической плотности среды участка эксплуатационной колонны, по высоте всего участка, расположенного на глубине в 1 метр от устья НКТ и расстоянием между датчиками не более 5см. По измеренным значениям, полученным в каждой точке измерения, строят гистограмму, по которой определяют уровень жидкости h и по формуле:

$$\gamma = \frac{h + \frac{1}{2}L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{2h + L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}}$$

рассчитывают коэффициент наполнения цилиндра глубинного насоса,

где: h — уровень измеряемой жидкости,

$L_{\text{ц}}$ — высота цилиндра глубинного насоса.

Заявляемое изобретение отличается от прототипа новыми существенными признаками:

- определяют коэффициент наполнения глубинного насоса;
- датчики инфракрасного излучения устанавливают на участке эксплуатационной колонны, расположенного на глубине 1м. от устья колонны ;
- длина волны инфракрасного излучения находится в интервале 1000-15000нм;
- строят гистограмму зависимости уровня жидкости от оптической плотности измеряемой среды;
- новая формула для расчёта коэффициента наполнения цилиндра.

Известно, что цилиндр глубинного насоса всегда может быть наполнен не менее чем на $\frac{1}{2}$ его высоты, а разность давления, измеряемого в двух указанных точках по высоте колонны всегда пропорциональна высоте заполнения цилиндра насоса. Поэтому глубина сканируемого участка равна 1м, т.е. $\frac{1}{2}$ высоты цилиндра насоса, а уровень жидкости, определяемый гистограммой пропорционален высоте наполнения цилиндра. Оптическую плотность сканируемой среды определяют по известной формуле:

$$D_{\lambda} = A_{\lambda} = \ln \left(\frac{i_0}{i} \right),$$

где: D_{λ} – оптическая плотность среды при длине волн поглощаемой среды,

A_{λ} – поглощение измеряемой среды,

i_0 и i – интенсивность падающего и прошедшего излучения.

Для сканирования среды участка эксплуатационной колонны длина волны инфракрасного излучения λ была выбрана в соответствии с известной работой (7), в которой было установлено, что для обнаружения воды, т.е. способность отличить воду от нефти, используется область спектра инфракрасного излучения, который находится в интервале 1000-15000нм;

Анализ технических решений в этой области не выявил других технических решений аналогичных заявляемому, а совокупность известных существенных признаков и новых, позволяет утверждать, что заявляемое решение отвечает критериям изобретения: «новизна, технический уровень и промышленная применимость» и позволяет решить поставленную задачу.

Система, реализующая способ представлена на фиг.1, где: 1 – эксплуатационная колонна; 2 – насосно-компрессорная труба; 3 – штанга; 4 – полированный шток; 5₁...5_п – источники излучения; 5*₁...5*_п – приемники излучения; 6 – преобразователь сигнала; 7 – блок регистрации и индикации; 8 – станок-качалка.

Система работает следующим образом.

Сигнал от источников излучения 5, поступает на приемники излучения 5*. Данные, через преобразователь 6, поступают в блок регистрации и индикации. На сканируемом участке состав среды изменяется по высоте участка и, соответственно, меняется показатель оптической плотности D_{λ} от D_1 до D_2 , где: D_1 – оптическая плотность среды, состоящей из стенок эксплуатационной колонны, насосно-компрессорной трубы, штанги и

жидкости: $(D_1 = (D_{\text{в}} + D_{\text{н}}) / 2;) D_2$ - оптическая плотность среды, состоящей из стенок эксплуатационной колонны, насосно-компрессорной трубы, штанги и газа без жидкости. В блок 7 предварительно вносится гистограмма (фиг.2) соответствия оптической плотности среды без жидкости уровню высоты этой жидкости, при достижении значения плотности соответствующей D_2 , в блоке 7 регистрируется полученное значение высоты жидкости и по заявляемой формуле производится расчет коэффициента наполнения цилиндра насоса. В качестве источников излучения могут быть использованы фотодиоды типа ФД-5Г с длиной волны максимальной чувствительности $\lambda_{\text{мах}} = 1500\text{нм}$.

Примеры конкретного выполнения способа.

$\lambda = 1500\text{нм}$; W - обводненность пластовой жидкости = 0,7;

$D_{\text{в}}$ - оптическая плотность воды = 2,5; $D_{\text{н}}$ - оптическая плотность нефти = 1,5;

$D_1 = W D_{\text{в}} + (1 - W) D_{\text{н}} = 0,7 \times 2,5 + 0,3 \times 1,5 = 1,75 + 0,45 = 2,2$. При этом значении оптической плотности среды уровень жидкости (по гистограмме)

$h = 0,6\text{м}$; $L_{\text{ц}}$ - высота цилиндра насоса = 2м.

γ коэффициент наполнения цилиндра глубинного насоса:

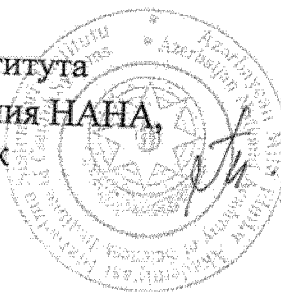
$$\gamma = \frac{h + \frac{1}{2}L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{2h + L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{h + \frac{1 \times 2}{2}}{2} = \frac{0,6 + 1}{2} = 0,8$$

Технический эффект заявляемого изобретения состоит в создании эффективного способа определения коэффициента наполнения цилиндра насоса.

Авторы:

Алиев Т.А.
Рзаев Аб.Г.
Гулуев Г. А.
Асадова Р.Ш.
Хаквердиев В.М.

Директор Института
Систем Управления НАНА,
академик



Алиев Т.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковшов В.Д., Сидоров М.Е.,Светланова С.Б. Динамометрирование, моделирование и диагностика глубинной штанговой установки. Журнал Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2011г. N 3.
2. Ав св. № 3561816 «Способ определения коэффициента заполнения глубинного штангового насоса»,10.03.83.
- 3.Муравьев В.М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. М. Недра, 1978г. ;
4. Евразийский Патент № 023666 Способ диагностики состояния глубинного насоса» 30.10.2015.
5. Евразийская заявка № 201800335, от 11.06.2018 «Способ автоматического измерения степени (коэффициента) заполнения цилиндра глубинного насоса» .
6. Евразийский патент № 032835,от 31.07.2019 « Способ и система автоматического измерения уровня водяной подушки и высоты промежуточного эмульсионного слоя». (прототип)
7. R.R. Jackson и др. « Картирование и моделирование распределения вязкости и асфальтенов в залежи нефти с активной биodeградацией нефти» ж. Нефтегазовые технологии, №5, май 2015, с.51.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ измерения коэффициента наполнения цилиндра глубинного насоса включает измерение, с помощью источника и приемника инфракрасного излучения, оптической плотности среды, по измеренным значениям, полученных в каждой точке измерения, строят гистограмму, по которой определяют уровень соответствующей фазы, отличающийся тем, что оптическую плотность среды участка эксплуатационной колонны, расположенной на глубине в 1 метр от устья НКТ измеряют датчиками, установленными на расстоянии не более 5 см. друг от друга, строят гистограмму, по которой определяют уровень жидкости h и по формуле:

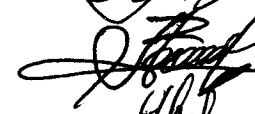
$$\gamma = \frac{h + \frac{1}{2}L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{2h + L_{\text{ц}}}{L_{\text{ц}}},$$

рассчитывают коэффициент наполнения цилиндра глубинного насоса,

где: h — уровень измеряемой жидкости, м;

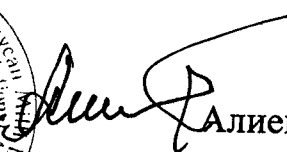
$L_{\text{ц}}$ — высоты цилиндра глубинного насоса, м.

Авторы:

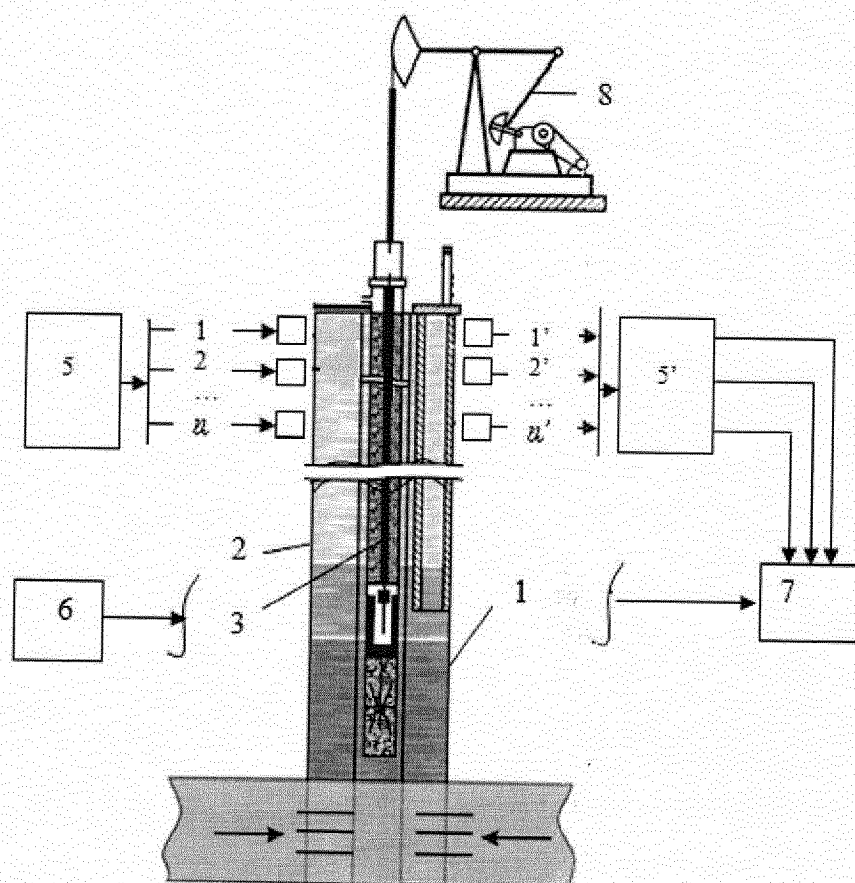
 Алиев Т.А.
 Рзаев Аб.Г.
 Гулуев Г. А.
 Асадова Р.ИИ.
 Жаквердиев В.М.

Директор Института
Систем Управления НАНА
академик



 Алиев Т.А.

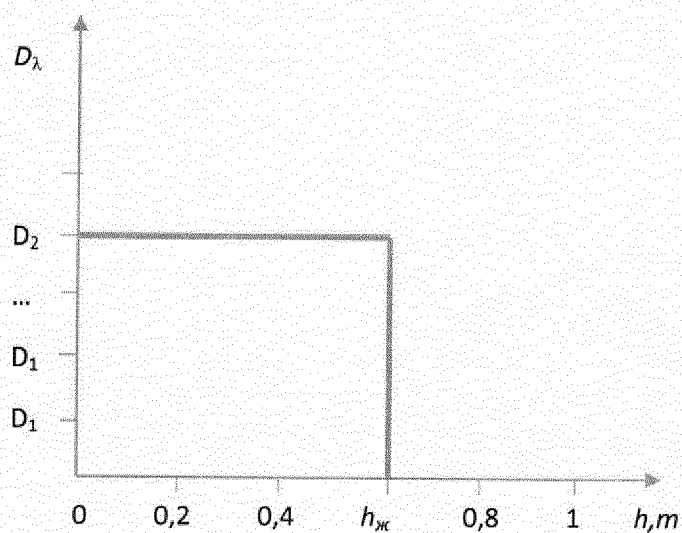
СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРА ГЛУБИННОГО НАСОСА



Фиг.1

Авторы: Алиев Т.А.
Рзаев Аб.Г.
Гулуев Г. А.
Асадова Р.Ш.
Хаквердиев В.М.

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРА ГЛУБИННОГО НАСОСА



Фиг.2

Авторы: Алиев Т.А.

Рзаев Аб.Г.

Гулуев Г. А.

Асадова Р.Ш.

Хаквердиев В.М.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201900593

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

E21B 47/008 (2012.01)

G01N 21/17 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

E21B 47/00-E21B 47/06, E21B 43/00-E21B 43/12, F04B 47/00, G01N 21/00-G01N 21/17, B01D 17/00-B01D 17/02, C10L 1/00-C10L 1/32

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Esp@cenet, PatSearch, Google Patents, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A,D	EA 034703 B1 (ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) 29.11.2019, формула изобретения, фиг.1.	1
A,D	EA 032835 B1 (ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) 31.07.2018, формула изобретения п.1, фиг.1.	1
A	RU 2439295 C1 (МУСТАФИН В.Ю., и др.) 10.01.2010, описание, стр.3, строки 35-50, чертеж.	1

☐ последующие документы указаны в продолжении графы

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

«R» - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

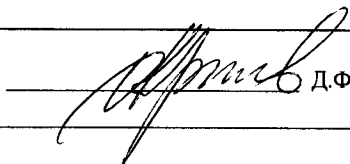
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **25/05/2020**

Уполномоченное лицо:

Начальник Отдела механики, физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов