

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202200122** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.06.09**

(51) Int. Cl. *E21B 47/06* (2012.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2022.03.31**

---

(54) **СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ**

---

(96) **2022/014 (AZ) 2022.03.31**

(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:  
**ИНСТИТУТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ НАНА;  
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (AZ)**

**Рзаев Аббас Гейдар оглы, Асадова  
Рена Шариф кызы, Курбанов Зафар  
Газанфар оглы (AZ)**

(57) Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано на нефтяных месторождениях для измерения забойного давления скважин в системах определения депрессии пласта для контроля и управления процессом добычи нефти. Сущность изобретения состоит в способе определения забойного давления, который включает отбор пробы пластовой жидкости и определение лабораторным путем плотность воды и нефти, измерение динамического уровня водонефтяной смеси, давление газа в устье эксплуатационной колонны и давление пластовой жидкости в двух точках устья насосно-компрессорной трубы (НКТ), и по измеренным параметрам определяют значение забойного давления по заявляемым формулам. Технический эффект заявляемого изобретения состоит в более точном и, относительно, простом способе измерения забойного давления, позволяющем оперативно корректировать работу скважины.

**A1**

**202200122**

**202200122**

**A1**

## СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано на нефтяных месторождениях для измерения забойного давления скважин в системах определения депрессии пласта для контроля и управления процессом добычи нефти.

Известно (1), что эксплуатация нефтяных скважин глубинными насосами является одним из распространенных и основных способов добычи нефти, особенно для малodeбитных скважин, находящихся в поздней стадии разработки. При этом, одним из важных показателей работы скважин является забойное давление, позволяющее определить депрессию пласта и оценить коэффициент продуктивности скважины.

Известен способ измерения дебита нефтяных скважин (2), в котором для определения забойного давления, в устье эксплуатационной колонны измеряют давление, температуру и динамический уровень пластовой жидкости, лабораторным путем определяют обводненность пластовой жидкости, плотность воды и нефти и по полученным значениям по заявленным формулам рассчитывают изменение забойного давления в момент времени  $t$ .

Способ, учитывая основные параметры пласта, позволяет управлять процессом эксплуатации скважин и способствует повышению интенсификации добычи нефти.

Недостаток известного изобретения состоит в том, что указанный способ не дает точного значения забойного давления из-за того, что проба для лабораторного анализа, отбираемая в устье выкидной линии скважины, не дает достоверных результатов измерения потому, что поток пластовой

жидкости по содержанию воды и нефти неравномерно распределены по поперечному сечению трубного пространства эксплуатационной колонны и истинное содержание воды (обводненность) в пластовой жидкости в эксплуатационной колонне существенно отличается от значения обводненности, определяемое лабораторным путем (погрешность при отборе пробы может достигать 50 %). Причем чем меньше дебит скважин, тем больше погрешность. Недостатком указанного способа является и то, что он фактически является лабораторным – многие параметры определяются лабораторно и вручную вводятся в блок расчета и управления, что не позволяет использовать его в централизованном автоматическом режиме управления процессом добычи нефти.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является известный (3) способ измерения забойного давления, который включает отбор пробы пластовой жидкости для определения лабораторным путем плотности воды и нефти, измеряют динамический уровень воды и нефти и давление газа в устье эксплуатационной колонны и по полученным данным рассчитывают значение забойного давления по заявленной формуле.

Известное изобретение позволяет более точно и относительно простым способом измерить забойное давление и оперативно корректировать работу скважины. Однако на практике расчет забойного давления все-таки не дает достоверных результатов, что осложняет корректировку работы скважины. Это связано с отсутствием достаточно надежной и достоверной методики определения необходимых параметров в прибывающем в скважину пластовой жидкости для расчета забойного давления.

Задача изобретения заключается в повышении точности измерения и расчета забойного давления и повышения интенсификации добычи нефти.

Сущность изобретения состоит в способе определения забойного давления. Способ включает отбор пробы пластовой жидкости и определение лабораторным путем плотность воды и нефти, измерение динамического

уровня водонефтяной смеси, давление газа в устье эксплуатационной колонны и давление пластовой жидкости в двух точках устья насосно-компрессорной трубы (НКТ), одна из которых находится ниже устья НКТ (подъемной трубы-лифта) на расстоянии  $\frac{1}{2}$  длины цилиндра используемого насоса, вторая - ниже первой на расстоянии, соответствующем шкале используемого дифманометра, но не менее одного метр и по измеренным параметрам определяют значение забойного давления по следующим формулам:

$$P_3 = P_y + \rho_{см}^c g H_{см}^c;$$

$$\rho_{см}^c = \rho_B - \frac{H}{L-H} \cdot \frac{d^2}{D^2} (\rho_B - \rho_{см}^л);$$

$$\rho_{см}^л = \frac{\Delta P}{gh} = \frac{P_2 - P_1}{gh};$$

где :  $P_3$  – забойное давление, мПа;

$P_y$  – давление газа в устье эксплуатационной колонны, мПа;

$P_1$  и  $P_2$  - давление пластовой жидкости в двух точках, соответственно, устья насосно-компрессорной трубы (НКТ);

$d, D$ - соответственно, внутренние диаметры лифта (НКТ) и эксплуатационной колонны, м;

$L$ - глубина скважины, м;

$H$ -длина лифта, м;

$\rho_B$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{см}^л, \rho_{см}^c$  - соответственно плотность водонефтяной смеси в лифте и эксплуатационной колонне, кг/м<sup>3</sup>;

$H_{см}^c$ - уровень смеси в эксплуатационной колонне, м;

$h$ - расстояние между точками измерения, м;

$g$ - ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>.

Сравнительный анализ заявляемого изобретения и прототипа показал, что заявляемое изобретение отличается от известного новым существенным признаком: измерением перепада давления пластовой жидкости в двух

точках устья НКТ, по которому определяется плотность смеси в НКТ и новым алгоритмом расчета забойного давления.

Сравнительный анализ с другими известными решениями показал, что не найдены решения подобного заявляемому, следовательно оно соответствует критерию изобретения «новизна».

В то же время, заявляемое решение соответствует критерию «технический уровень», т.к. позволяет решить поставленную задачу: повысить, более простым способом, точность измерения забойного давления и тем самым способствовать интенсификации процесса добычи нефти

На фиг.1 представлена принципиальная схема устройства, реализующая способ, где: 1 – датчик, расположенный на (НКТ) ниже от устья на расстоянии  $\frac{1}{2}$  высоты используемого насоса; 2 - датчик, расположенный на (НКТ) ниже датчика 1 на расстоянии соответствующего шкале используемого дифманометра; 3 – дифманометр; 4 – выкидная линия скважины; 5 – датчик измерения уровня жидкости в эксплуатационной колонне и преобразователь – 6; 7 - блок расчета и управления; 8 – полированный штوك колонны штанг: скважины; 9 – эксплуатационная колонна скважины; 10 - НКТ; 11- датчик давления в устье ЭК, 12- преобразователь давления.

Способ осуществляется следующим образом.

Измеряют дифманометром (шкала которого, для обеспечения необходимой точности, не должна быть меньше одного метра) перепад давления между двумя точками измерения, значения которых автоматически вносятся в блок расчета и управления – 7. В этот же блок вручную вводятся значения плотности воды и нефти. Учитывая, что значения плотности нефти и воды с течением времени изменяются редко и незначительно, то при необходимой частоте определения содержания воды, их значения могут вводиться в вычислительное устройство по последним их измерениям, что обеспечивает оперативность управления работой добычи нефти. По

полученным данным и заявленному алгоритму в блоке 7 определяется значение забойного давления, по которому принимается соответствующее решение по управлению.

Пример конкретного выполнения способа.

$h$  = (расстояние между точками измерения при шкале дифманометра в 1 м) 100 см;

$\rho_H = 0,86 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho_B = 1,05 \text{ г/см}^3$ ;  $d = 5,03 \text{ см}$ ;  $D = 15,03 \text{ см}$ ;  $H = 1200 \text{ м}$ ;

$L = 1600 \text{ м}$ ;  $P_y = 0,2 \text{ мПа}$ ;  $\Delta\rho = 0,1925 \text{ мПа}$ ;  $H_{\text{см}}^c = 1000 \text{ м}$ ;  $\rho_{\text{см}}^l = \frac{\Delta P}{gh} =$

$0,982 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho_{\text{см}}^c = 1,026 \text{ г/см}^3$ ;  $P_z = 10,02 \text{ мПа}$ .

Технический эффект заявляемого изобретения состоит в создании простого и эффективного способа определения забойного давления, позволяющего оперативно управлять процессом добычи нефти.

Авторы:



Рзаев А.Б.

Асадова Р.Ш.



Курбанов З.Г.

Генеральный Директор Института  
Систем Управления НАНА,  
академик



Аббасов А.М.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковшов В.Д., Сидоров Н.Е., Светланова С.Б. Динамометрирование , моделирование и диагностика глубинной штанговой установки. Журнал Известия высших учебных заведений. Нефть и газ 2011, №3.
2. Евразийский патент №020663 «Способ измерения дебита нефтяных скважин»
3. Евразийский патент № 034707 «Способ измерения забойного давления в нефтяных скважинах» 2018.03.06 (прототип)

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ определения забойного давления, включает отбор пробы пластовой жидкости, определение лабораторным путем плотность воды и нефти, измерение динамического уровня водонефтяной смеси и давление газа в устье эксплуатационной колонны (ЭК), отличающийся тем, что дополнительно измеряют давление пластовой жидкости в двух точках устья насосно-компрессорной трубы (НКТ), одна из которых находится ниже устья НКТ (подъемной трубы-лифта) на расстоянии  $\frac{1}{2}$  длины цилиндра используемого насоса, вторая - ниже первой на расстоянии, соответствующем шкале используемого дифманометра, но не менее одного метра и по измеренным параметрам определяют значение забойного давления по следующим формулам:

$$P_3 = P_y + \rho_{см}^c g H_{см}^c;$$

$$\rho_{см}^c = \rho_v - \frac{H}{L-H} \cdot \frac{d^2}{D^2} (\rho_v - \rho_{см}^l);$$

$$\rho_{см}^l = \frac{\Delta P}{gh} = \frac{P_2 - P_1}{gh};$$

где :  $P_3$  – забойное давление, мПа;

$P_y$  – давление газа в устье эксплуатационной колонны насосно-компрессорной трубы (НКТ), мПа;

$P_1$  и  $P_2$  - давление пластовой жидкости в двух точках, соответственно, устья насосно-компрессорной трубы (НКТ);

$d, D$ - соответственно, внутренние диаметры лифта (НКТ) и эксплуатационной колонны, м;

$L$ - глубина скважины, м;

$H$ -длина лифта, м;

$\rho_v$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{см}^л, \rho_{см}^с$  - соответственно плотность водонефтяной смеси в лифте и эксплуатационной колонне, кг/м<sup>3</sup>;

$H_{см}^с$  - уровень смеси в эксплуатационной колонне, м;

$h$  - расстояние между точками измерения, м;

$g$  - ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>.

Авторы:



Рзаев А.Б.Г.



Асадова Р.Ш.



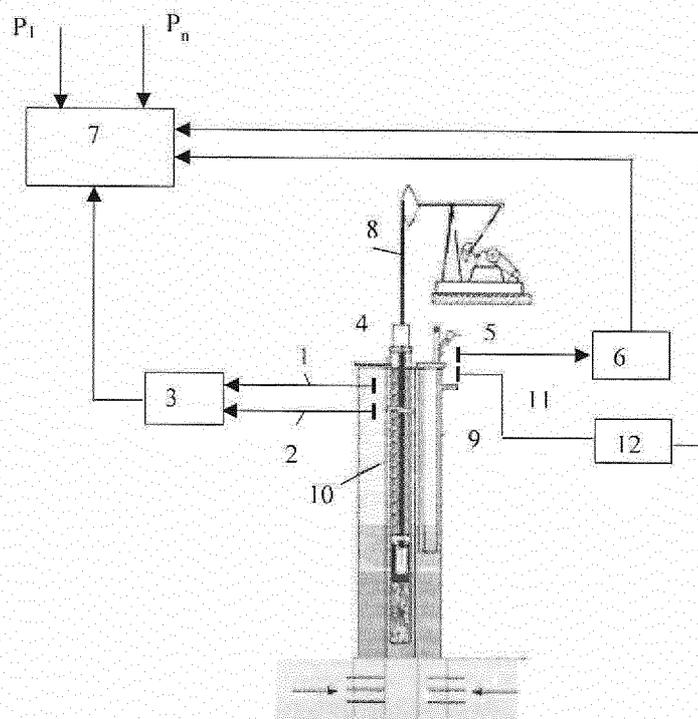
Курбанов З.Г.

Генеральный Директор Института  
Систем Управления НАНА,  
академик



Аббасов А.М.

# Способ определения забойного давления в нефтяных скважинах



Фиг.1

Авторы: Рзаев Аб.Г.

Асадова Р.Ш.

Курбанов З.Г.

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

Номер евразийской заявки:

**202200122**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**  
**E21B 47/06 (2012.01)**

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

E21B 43/00-43/34, 47/00-47/10, 49/00-49/10, G01F 1/00-1/74, 23/00-23/296, G01N 7/00, 9/00

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	EA 201800282 A1 (ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) 30.09.2019.	1
A	EA 201101030 A1 (ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) 30.10.2012.	1
A	RU 2539445 C1 (БАЛАНДИН Л.Н.) 20.01.2015.	1
A	CN 104213906 B (CNPC DRILLING RESEARCH INSTITUTE) 19.08.2015.	1
A	CN 111502640 A (CHINA NAT OFFSHORE OIL CORP) 07.08.2020.	1

последующие документы указаны в продолжении

\* 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.

"P" - 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

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

«Y» - 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: **01/03/2023**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,  
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов