

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202000376** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2021.08.31

(51) Int. Cl. *E21B 43/12* (2006.01)
E21B 47/00 (2012.01)
F04B 47/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.02.19

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДАЧИ ГЛУБИННОГО НАСОСА**

(96) **2020/010 (AZ) 2020.02.19**

(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)**

(74) Представитель:
Алиев Т.А. (AZ)

(57) Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, в частности к технике управления, и может быть использовано в системах централизованного управления добычей нефтяных скважин. Сущность изобретения состоит в способе управления процессом подачи насоса, заключающемся в автоматическом регулировании, при определенном дебите пластовой жидкости, стабильности подачи глубинного насоса с поддержанием постоянного динамического уровня жидкости в эксплуатационной колонне. Способ включает измерение давления на выкидной линии скважины, устье насосно-компрессорной трубы (НКТ) и в точке, расположенной ниже устья НКТ на расстоянии, равном половине длины цилиндра насоса, а подачу насоса определяют по заявляемому алгоритму. Заявляемое изобретение позволяет оперативно и надежно контролировать и управлять эксплуатацией скважин.

202000376
A1

202000376
A1

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДАЧИ ГЛУБИННОГО НАСОСА

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, в частности, к технике управления, и может быть, использовано в системах централизованного управления добычей нефтяных скважин.

Известен способ (1) автоматического регулирования стабильности подачи глубинного насоса с поддержанием постоянного динамического уровня жидкости в эксплуатационной колонне. Способ включает измерение усилия на сальниковом штоке и динамического уровня в эксплуатационной колонне. Для этого начальную скорость откачки пластовой жидкости подбирают так, чтобы при заданном дебите скважины, динамограмма указывала бы на незначительное (порядка 5-7%) незаполнение цилиндра, так называемого «хвостика незаполнения». При этом прием глубинного насоса располагают непосредственно у динамического уровня, соответствующего заданному дебиту скважины. Колебания динамического уровня, регистрируемые датчиком, через блок управления передаются сервоприводу вариатора, изменяющего число качаний балансира станка-качалки. Стабильность процесса контролируют по показаниям датчика усилия и датчика уровня, которые одновременно должны соответствовать заранее заданному дебиту скважины. При повышении уровня, вследствие снижения производительности насоса, в динамограмме «хвостик незаполнения» исчезает, что служит сигналом для увеличения скорости откачки. При снижении динамического уровня из-за падения пластового давления или образования песчаной пробки на забое, незаполнение цилиндра увеличивается, и скорость откачки автоматически снижается. Недостатком данного способа является то, что стабильность подачи насоса не всегда обеспечивает стабильность уровня в эксплуатационной колонне, так как при постоянном уровне возможно изменение депрессии пласта, связанное с изменением пластового и забойного давления, что приводит к изменению

коэффициента заполнения и подачи насоса. Другим недостатком данного способа является то, что на величину подачи насоса в нем не учитывается влияние утечки в нагнетательном и всасывающем клапанах и между плунжером и втулками цилиндра, а также % износа насоса во времени, что также влияет на качество управления (точности и надежности).

Наиболее близким к заявляемому изобретению является известный (2) способ управления процессом подачи насоса, который состоит в автоматическом регулировании процесса при определенном дебите пластовой жидкости, стабильности подачи глубинного насоса с поддержанием постоянного динамического уровня жидкости в эксплуатационной колонне. Способ включает измерение усилия в сальниковом штоке и уровня жидкости в эксплуатационной колонне. Уровень жидкости регулируют изменением частоты качания балансира станка-качалки. Дополнительно измеряют давление на выкидной линии скважины и устье насосно-компрессорной трубы (НКТ), а подачу насоса определяют по следующему алгоритму:

$$Q = \alpha F \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P_1 - P_2);$$

$$\rho = W_b \rho_b + (1 - W_b) \rho_n.$$

Указанное изобретение позволяет оперативно и надежно контролировать и управлять эксплуатацией скважин. Однако недостатком указанного способа является то, что для определения подачи насоса необходимо предоставлять некоторые данные вручную (в процессе отбора пробы и лабораторного анализа и при этом допускается большая погрешность), что создает определенные неудобства и влияет на оперативность управления.

Задача изобретения состоит в повышении качества (точности, надежности и комфорта) управления.

Сущность изобретения состоит в способе управления процессом подачи насоса, заключающемся в автоматическом регулировании, при определенном дебите пластовой жидкости, стабильности подачи глубинного насоса с поддержанием постоянного динамического уровня жидкости в эксплуатационной колонне. Способ включает измерение давления на выкидной линии скважины и устье насосно-компрессорной трубы (НКТ). Дополнительно измеряют давление в точке, расположенной ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса, а подачу насоса определяют по следующему алгоритму:

$$Q = \alpha F \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P_1 - P_2); \quad \rho = \frac{\Delta P}{gh}$$

где: Q - подачи насоса (дебит пластовой жидкости), м³/ч;

F - площадь поперечного сечения обратного клапана, м²;

α - коэффициент расхода, который учитывает неравномерное распределение скоростей пластовой жидкости (ПЖ) по сечению потока, обусловленное вязкостью добываемой жидкости и трением ее о стенки выкидного трубопровода и насосно-компрессорной трубы (НКТ) скважины;

ρ - плотность добываемой жидкости, кг/м³;

g - ускорение силы тяжести, м/сек²;

h - расстояние между датчиками, давления в устье НКТ и в точке, ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса, м;

ΔP - перепад давления между датчиками давления в устье НКТ и в точке, ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса;

P_1 и P_2 , - давление в устье НКТ и выкидной линии скважины.

Заявляемое изобретение отличается от известного тем, что для усовершенствования автоматического управления процессом подачи насоса, а именно автоматизации расчета плотности добываемой жидкости, дополнительно измеряют давление в точке, расположенной ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса. Как известно что,

между перепадом давления в обратном клапане ($\Delta P = P_1 - P_2$) при движении плунжера насоса вверх, уровнем жидкости в эксплуатационной колонне и подачей глубинного насоса (дебитом пластовой жидкости) существует тесная взаимосвязь. А фактическая подача насоса определяется не числом качаний станка-качалки и ходом полированного штока, а давлением P_1 , который он создает на устье НКТ. Поэтому для более точного и надежного определения дебита пластовой жидкости и, следовательно, управлением подачи насоса, кроме давления пластовой жидкости на выкидной линии и устье НКТ дополнительно измеряют давление в точке, расположенной ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса, что позволяет непосредственно и автоматически измерить плотность жидкостной смеси и усовершенствовать алгоритм расчета подачи насоса (дебита пластовой жидкости) который, используя характеристику пласта и оборудования в процессе работы, позволяет учесть влияние основных негативных факторов, влияющих на достоверность и точность регистрируемых параметров и тем самым повысить качество управления. Сущность изобретения проиллюстрирована на фиг.1, где приведена принципиальная схема устройства управления процессом добычи нефти, которая содержит: 1 - датчик, расположенный в устье насосно-компрессорной трубы (НКТ); 2 - датчик, расположенный на (НКТ) ниже датчика 1, на расстоянии $\frac{1}{2}$ высоты цилиндра, используемого насоса, и дифманометр – 3; 4 - выкидная линия скважины; 5 - датчик давления на выкидной линии скважины и дифманометр – 6; 7 - датчик уровня жидкости в эксплуатационной (обсадной) колонне и преобразователь - 8; 9 – блок расчета и управления; 10 – полированный шток колонны штанг; 11 – эксплуатационная колонна скважины; 12 - НКТ.

Способ осуществляется следующим образом.

Измеряется перепад давления между датчиками давления 1 и 2, установленных в устье НКТ на расстоянии половины длины l цилиндра,

применяемого на данной скважине насоса: $h = 1/2 l$. Датчиком 5 измеряется давление на выкидной линии 4 скважины. Выходы датчиков давления соединены с камерами дифференциального манометра 3 и 6, типа САПФИР, выходы которых соединены с блоком 9 – расчета и управления. Причем нижний датчик 2 соединен с положительной камерой дифманометра 3, а верхний 1 - с отрицательной камерой дифманометра 3 и положительной камерой дифманометра 6. Выходы датчика 5 соединены с соответствующими камерами дифманометра 6.

Датчики, установленные в системе, являются известными устройствами: датчик уровня – эхомер - Remote Fire Gaz Run, датчики давления. В памяти ЭВМ блока управления 9 вводятся данные о фактическом дебите ПЖ: измеряемый ГЗУ (групповой замерной установкой и определяют численное значение α подачи насоса (дебита ПЖ). Полученное расчетное значение сравнивают с заданным значением дебита и при отклонении в сторону увеличения, в блоке управления 8 вырабатывается соответствующий управляющий сигнал и вариатор по этому сигналу уменьшает число качания балансира и наоборот. В свою очередь параллельно в блоке управления осуществляется сравнение фактических (измеренных) значений Q_{ϕ} дебита ПЖ с его расчетным значением Q_p , определяемым по формуле:

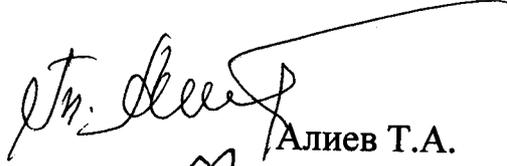
$$Q = \alpha F \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P_1 - P_2); \quad \Delta Q = Q_{\phi} - Q_p$$

в момент времени τ . Если значение ΔQ находится в допустимых пределах, то значение коэффициента α не изменяется, т.е. $\alpha = const$. Если значение ΔQ находится за допустимым пределом, отражающим аномальные глубинные процессы, происходящие в насосном оборудовании (утечки, износ и т.д.) и пласте (пескопроявление, изменение вязкости и проницаемости коллектора и т.д.), то необходимо рассчитать новое значение коэффициента α . Следовательно, ΔQ является индикатором состояния насосного оборудования и пласта, а фактическая подача насоса определяется не числом

качаний станка-качалки и ходом полированного штока, а давлением, который он создает на устье НКТ.

Заявляемое изобретение позволяет оперативно и надежно контролировать и управлять эксплуатацией скважин.

Авторы:



Алиев Т.А.



Рзаев А.Б.



Гулуев Г.А.



Асадова Р.Ш.



Хаквердиев В.М.

Директор Института

Систем управления НАНА

академик





Т.А.Алиев

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.Б. Круман. Практика эксплуатации и исследования
глубиннонасосных скважин, М., Недра, 1964, 204 с.
2. Евразийский Патент № 025383 «Способ управления процессом
подачи глубинного насоса и устройство для его осуществления»

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ автоматического поддержания постоянным динамического уровня жидкости в эксплуатационной колонне при заданном дебите пластовой жидкости с помощью насоса, в котором измеряют давление на выкидной линии скважины и на устье насосно-компрессорной трубы, уровень жидкости в эксплуатационной колонне и регулируют частоту качания балансира станка-качалки, отличающийся тем, что дополнительно измеряют давление в точке, расположенной ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса а подачу насоса станка-качалки рассчитывают по следующему алгоритму:

$$Q = \alpha F \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P_1 - P_2);$$

$$\rho = \frac{\Delta P}{gh};$$

где: Q - подачи насоса (дебит пластовой жидкости), $\text{м}^3/\text{ч}$;

F - площадь поперечного сечения обратного клапана, м^2 ;

α - коэффициент расхода, который учитывает неравномерное распределение скоростей пластовой жидкости (ПЖ) по сечению потока, обусловленное вязкостью добываемой жидкости и трением ее о стенки выкидного трубопровода и насосно-компрессорной трубы (НКТ) скважины;

ρ - плотность добываемой жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

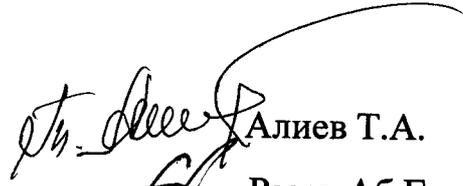
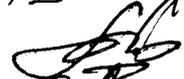
g - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{сек}^2$;

h - расстояние между датчиками, давления в устье НКТ и в точке, ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса, м ;

ΔP - перепад давления между датчиками давления в устье НКТ и в точке,

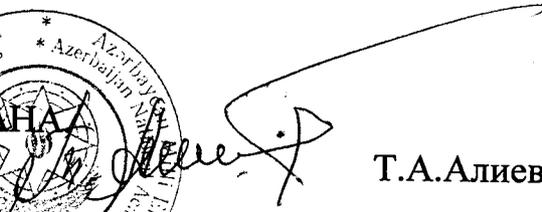
ниже устья НКТ на расстоянии равном половине длины цилиндра насоса;
 P_1 и P_2 , - давление в устье НКТ и выкидной линии скважины.

Авторы:

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

Директор Института
Систем управления НАНА
академик



 Т.А.Алиев

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

Номер евразийской заявки:

202000376

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

E21B 43/12 (2006.01)

E21B 47/00 (2012.01)

F04B 47/00 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

E21B 34/00-34/16, 43/00-44/10, 47/00-47/26, F04B 47/00-47/14

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕПАТИС, WIPO Patentscope, Google Patents

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
D,A	EA 201400598 A1 (ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ), 01.04.2014, весь документ	1
A	EA201401011 A2 (ТОО "АЛСТРОНТЕЛЕКОМ"), 30.04.2015, весь документ	1
A	SU 1 571 228 A1 (КУЙБЫШЕВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ.А.И.МИКОЯНА, ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ "КУЙБЫШЕВНЕФТЬ"), 15.06.1990, весь документ	1
A	CN 208153308 U (SHANGHAI LIANDA ENERGY SAVING TECHNOLOGY CO., LTD.), 19.01.2018, весь документ	1
A	US 4,487,061 A (FMC CORPORATION), 11.12.1984, весь документ	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: **25/05/2021**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,
физики и электротехники


Д.Ф. Крылов