



(51) МПК
G01F 15/08 (2006.01)
G05D 9/02 (2006.01)
E21B 43/34 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014124810/28, 17.06.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 17.06.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.06.2014

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2015 Бюл. № 36

(45) Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US5256171 А 26.10.1993. RU 66779 U1 27.09.2007. RU 2023986 С1 30.11.1994. RU 2244122 С1 10.01.2005. US 5211842 А 18.05.1993. CN 102288244 А 21.12.2011..

Адрес для переписки:

427430, Удмуртия, г. Воткинск, 6 км Камской железной дороги, площадка "Сива", ООО "Завод нефтегазового оборудования "Техновек"

(72) Автор(ы):

Парамонов Юрий Николаевич (RU),
 Кузнецов Валерий Васильевич (RU),
 Кузнецов Юрий Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
 "Завод нефтегазового оборудования
 "ТЕХНОВЕК" (RU)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ТРЕХПОЗИЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ЕМКОСТИ СЕПАРАТОРА

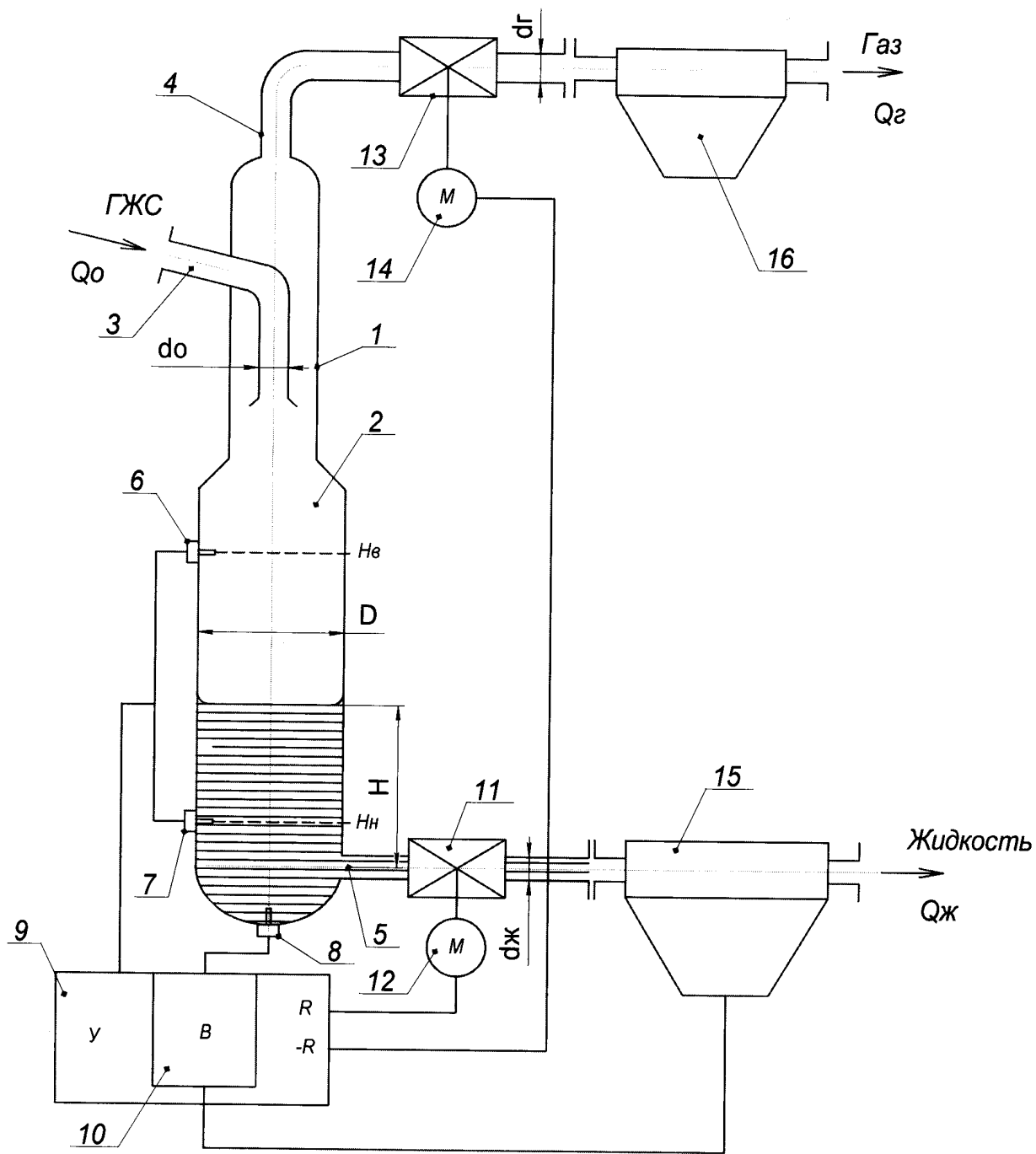
(57) Реферат:

Изобретение относится к оборудованию для нефтедобывающей промышленности, а именно к установкам для измерения дебита нефтяных скважин с предварительным разделением газожидкостной смеси на газ и жидкость с помощью сепараторов. Техническим результатом является сокращение габаритных размеров установки, повышение статической и динамической точности регулирования уровня жидкости в емкости сепаратора, а также повышение надежности работы установки. Предложен трехпозиционный регулятор уровня жидкости в емкости сепаратора, содержащий установленные в емкости два датчика верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости, установленную в выходном жидкостном трубопроводе заслонку и измеритель расхода, устройство управления для открывания и закрывания заслонки, причем регулятор содержит отдельный датчик уровня, установленный в дно

емкости, заслонка выполнена в виде регулируемой с электроприводом, причем датчики и электропривод заслонки соединены с устройством регулирования направления и скорости изменения положения заслонки, содержащим вычислительное устройство для определения расхода жидкости, поступающей в сепаратор, к которому подключен отдельный датчик уровня и измеритель выходного расхода жидкости. В указанной установке применен способ, заключающийся в поддержании в определенном диапазоне уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора за счет регулирования расхода жидкости в выходном трубопроводе путем закрывания заслонки при достижении нижнего уровня жидкости и открывания заслонки при достижении верхнего уровня жидкости, причем регулирование расхода жидкости на выходе производится с определенной скоростью, величина которой зависит от расхода

жидкости, поступающей в сепаратор, определяемого по скорости изменения уровня в

емкости и текущему расходу жидкости на выходе сепаратора. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 2589452 C2

RU 2589452 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01F 15/08 (2006.01)
G05D 9/02 (2006.01)
E21B 43/34 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014124810/28, 17.06.2014

(24) Effective date for property rights:
17.06.2014

Priority:

(22) Date of filing: 17.06.2014

(43) Application published: 27.12.2015 Bull. № 36

(45) Date of publication: 10.07.2016 Bull. № 19

Mail address:

427430, Udmurtija, g. Votkinsk, 6 km Kamskoj zheleznoj dorogi, ploshchadka "Siva", OOO "Zavod neftegazovogo oborudovaniya "Tekhnovek"

(72) Inventor(s):

Paramonov YUrij Nikolaevich (RU),
Kuznetsov Valerij Vasilevich (RU),
Kuznetsov YUrij Vasilevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"Zavod neftegazovogo oborudovaniya
"TEKHNOVEK" (RU)

(54) **THREE POSITION CONTROL METHOD AND DEVICE OF LIQUID LEVEL IN SEPARATOR RESERVOIR**

(57) Abstract:

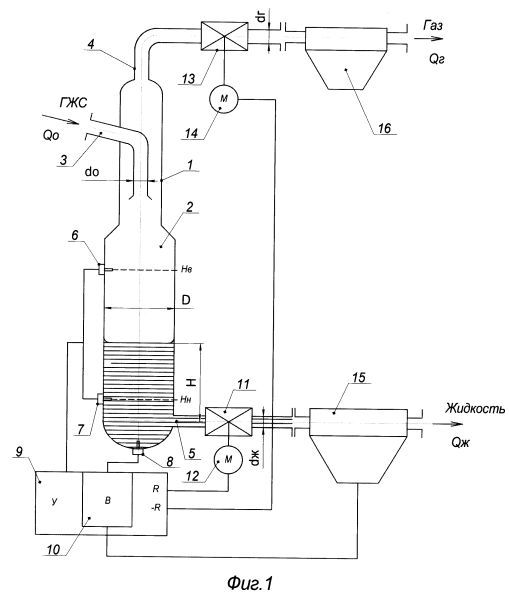
FIELD: oil industry.

SUBSTANCE: invention relates to oil industry, specifically to devices for measuring flow rate of oil wells with preliminary separation of gas-liquid mixture into gas and liquid with help of separators. Disclosed is a three-position control of liquid level in separator vessel, comprising installed in vessel two sensors of top and bottom permissible level of liquid, installed in outlet liquid pipeline gate and flow meter, control device for opening and closing gate, controller comprises separate level sensor installed in vessel bottom, damper is made in form of adjustable electric drive, sensors and electric drive of gate are connected with control direction and rate of change of gate position comprising computing device for determining flow rate of fluid supplied to separator, to which is connected to a separate level sensor and meter for output liquid flow rate. Said unit employs a method, which comprises maintaining in a certain range liquid level in storage vessel of separator due to control of fluid flow in outlet pipeline by means of valve closing when lower level of liquid is reached and opening when upper liquid level is reached, wherein control of liquid flow rate at outlet is performed with definite rate, value of which depends on liquid flow rate supplied to separator, determined

by rate of change of level in vessel and current flow of liquid at outlet of separator.

EFFECT: technical result is reduction of overall dimensions, higher static and dynamic accuracy liquid level control in separator vessel, as well as higher reliability.

5 cl, 3 dwg



RU 2 589 452 C2

RU 2 589 452 C2

Изобретение относится к оборудованию для нефтедобывающей промышленности, а именно к установкам для измерения дебита нефтяных скважин с предварительным разделением газожидкостной смеси на газ и жидкость с помощью сепараторов.

В настоящее время для измерения дебита нефтяных скважин используется метод
5 раздельного измерения расхода газа и жидкости (нефти). Для разделения газожидкостной смеси на газовую и жидкостную составляющие применяются сепарационные установки, которые должны обеспечить подачу жидкости на жидкостный расходомер, а газа - на газовый, не допуская попадания газа в жидкостную линию и наоборот. При этом сепараторы оснащаются автоматическими устройствами поддержания уровня жидкости
10 в накопительной емкости в пределах определенного диапазона, не выходящего за габариты емкости.

Известен способ поддержания уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора, заключающийся в формировании сигнала на включение насоса на откачку жидкости при достижении верхнего допустимого уровня и отключение его при достижении
15 нижнего уровня [1]. Недостатком данного способа является относительно невысокая точность поддержания заданного уровня жидкости и необходимость постоянного периодического включения насоса, что снижает надежность установки.

Известен также способ регулирования уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора, заключающийся в непрерывном одновременном регулировании проходных
20 сечений жидкостного и газового трубопроводов при достижении определенного уровня жидкости [2]. Недостатком данного способа является необходимость постоянного регулирования положения заслонок, что снижает надежность установки.

Наиболее близким способом того же назначения к заявляемому изобретению является способ, использованный в комбинированном регуляторе уровня жидкости и давления
25 для сепараторов двух фаз [3], предусматривающий одновременное регулирование проходных сечений жидкостного и газового трубопроводов с помощью клапанов, связанных с поплавковой системой. Недостатком данного способа является применение поплавковой системы, размещенной в накопительной емкости. При этом возможно засорение системы, что снижает надежность работы установки. Кроме того, жесткая
30 связь элементов регулятора не позволяет подбирать оптимальные соотношения управляющих воздействий, что снижает точность регулирования уровня.

Целью изобретения является сокращение габаритных размеров установки и повышение статической и динамической точности регулирования уровня жидкости в
35 накопительной емкости газожидкостного сепаратора, а также повышение надежности работы установки.

Цель достигается тем, что в указанной установке применен способ трехпозиционного регулирования уровня жидкости в емкости сепаратора, заключающийся в поддержании в определенном диапазоне уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора за счет регулирования расхода жидкости в выходном трубопроводе путем закрывания
40 заслонки при достижении нижнего уровня жидкости и открывания заслонки при достижении верхнего уровня жидкости, причем регулирование расхода жидкости на выходе производится с определенной скоростью, величина которой зависит от расхода жидкости, поступающей в сепаратор, определяемого по скорости изменения уровня в емкости и текущему расходу жидкости на выходе сепаратора. Кроме того, одновременно
45 с регулированием расхода жидкости на выходе сепаратора осуществляется противонаправленное регулирование расхода в выходном газовом трубопроводе, то есть при открывании заслонки в жидкостном трубопроводе одновременно происходит закрывание заслонки в газовом трубопроводе и наоборот.

Для реализации данного способа предложен трехпозиционный регулятор уровня жидкости в емкости сепаратора, содержащий установленные в емкости два датчика верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости, установленную в выходном жидкостном трубопроводе заслонку и измеритель расхода, устройство управления для открывания и закрывания заслонки, причем регулятор содержит отдельный датчик уровня, установленный в дно емкости, заслонка выполнена в виде регулируемой с электроприводом, причем датчики и электропривод заслонки соединены с устройством регулирования направления и скорости изменения положения заслонки, содержащим вычислительное устройство для определения расхода жидкости, поступающей в сепаратор, к которому подключен отдельный датчик уровня и измеритель выходного расхода жидкости. Кроме того, устройство содержит вторую заслонку, установленную в выходном газовом трубопроводе сепаратора, причем двигатель привода этой заслонки подключен к устройству переключения в противофазе с двигателем заслонки в жидкостном трубопроводе, а также в качестве датчиков верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости применены датчики плотности.

Суть изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлена схема измерительной установки для измерения дебита нефтяных скважин.

На фиг. 2 показан график изменения расхода $Q_{ж}$ на выходе накопительной емкости в зависимости от уровня жидкости в ней, 1 - для определенного диаметра $d_{ж}$ жидкостного трубопровода, 2 - при одновременном увеличении уровня H и диаметра $d_{ж}$, 3 - при одновременном увеличении уровня жидкости H , диаметра $d_{ж}$ и увеличении давления газа на столб жидкости при уменьшении сечения d_r газового трубопровода.

На фиг. 3 показаны графики изменения уровня H (кривая 1) и сечения жидкостного трубопровода $d_{ж}$ (кривая 2) в процессе работы установки.

Суть способа регулирования уровня жидкости в измерительной установке с газожидкостным сепаратором (фиг. 1) поясняется графиками, представленными на фиг. 2.

При подаче газожидкостной смеси на вход сепаратора (фиг. 1) с определенным расходом $Q_0=Q_1+Q_2$ (где Q_1 - расход подаваемой жидкости и Q_2 - расход подаваемого газа в составе расхода Q_0 газожидкостной смеси) происходит их разделение и накопление жидкости в емкости. При определенном условном диаметре трубопровода $d_{ж}$ для отвода жидкости расход $Q_{ж}$ через него зависит от уровня H и определяется следующей формулой:

$$Q_{ж} = \mu * (\pi * d_{ж}^2 / 4) * \sqrt{(2 * 9,8 * H)} \quad (1)$$

где μ - коэффициент местного сопротивления в трубопроводе.

При этом характер изменения $Q_{ж}$, в зависимости ее от уровня H в емкости представлен кривой 1 на фиг. 2. Очевидно, что при определенном уровне H расход $Q_{ж}$ сравняется с Q_1 . При этом наступит стабилизация уровня на значении $H_{ст1}$.

Если при увеличении уровня жидкости H одновременно производить увеличение $d_{ж}$ за счет регулируемой заслонки, то изменение $Q_{ж}$ будет происходить более интенсивно, что приведет к достижению уровня стабилизации $H_{ст2}$ при меньшем его значении ($H_{ст2} < H_{ст1}$) и может быть представлен кривой 2 на фиг.1. Характер кривой изменится,

так как $Q_{ж}$ уже будет зависеть не только от \sqrt{H} , но и от $d_{ж}^2$ в соответствии с формулой 1.

Кроме того, если одновременно с увеличением диаметра жидкостного канала $d_{ж}$ производить еще и уменьшение диаметра газового канала $d_{г}$, то будет повышаться давление газа на поверхность жидкости в емкости, что в свою очередь еще больше увеличит расход жидкости $Q_{ж}$. При этом достижение уровня стабилизации произойдет еще раньше ($H_{ст3} < H_{ст2} < H_{ст1}$), а характер процесса может быть представлен кривой 3 фиг. 2.

Как можно заметить, последовательность кривых 1, 2, 3 на фиг. 2 показывает, что рассмотренные изменения условий протекания процесса приводят к снижению значений уровня стабилизации $H_{ст}$, что позволяет уменьшить высоту вертикальной накопительной емкости для сбора жидкости, то есть уменьшить ее габариты.

Кроме того, как видно из графиков (фиг. 2), при колебаниях расхода жидкости на входе Q_1 в диапазоне dQ_1 происходит уменьшение колебаний уровня $H_{ст}$ ($dH_{ст3} < dH_{ст2} < dH_{ст1}$), что обеспечивает повышение статической и динамической точности регулирования уровня жидкости в газожидкостном сепараторе.

Как показало математическое моделирование процесса, достижение уровня стабилизации $H_{ст}$ в определенном диапазоне между $H_{в}$ и $H_{н}$ зависит от расхода поступающей жидкости Q_1 и скорости изменения сечения жидкостного трубопровода $d_{ж}$. То есть при определенном расходе Q_1 необходимо подобрать такую скорость изменения $d_{ж}$, которая бы обеспечивала режим стабилизации уровня H в диапазоне между $H_{в}$ и $H_{н}$. При неправильно подобранной скорости изменения $d_{ж}$ режим стабилизации в указанном диапазоне не происходит, а заслонка в жидкостном трубопроводе начинает работать в автоколебательном режиме при изменении уровня в емкости от $H_{н}$ до $H_{в}$. Кроме того, при недостаточно малой скорости изменения $d_{ж}$ происходит большое перерегулирование уровня на границах диапазона, что может привести к попаданию газа в жидкостную линию или жидкости в газовую.

На фиг. 3 приведены динамические процессы изменения уровня H в емкости сепаратора во времени t (кривая 1), при соответствующем изменении сечения $d_{ж}$ в процессе работы заслонки (кривая 2). Как видно, при определенном положении заслонки наступает режим стабилизации уровня в диапазоне $H_{н}$ - $H_{в}$. Для определения необходимой скорости изменения $d_{ж}$ производится определение расхода жидкости Q_1 на входе в сепаратор по следующей формуле:

$$Q_1 = Q_3 + Q_{ж} \quad (2)$$

где Q_3 - объем жидкости, прибывающей в емкости сепаратора, в единицу времени, $м^3/с$,

$Q_{ж}$ - расход жидкости на выходе сепаратора, $м^3/с$.

Определение Q_3 производится по зависимости:

$$Q_3 = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \frac{\Delta H}{\Delta t} \quad (3)$$

где D - внутренний диаметр накопительной емкости, $м$,

ΔH - изменение уровня в емкости, $м$,

Δt - соответствующий временной интервал, с.

Определение зависимости скорости изменения сечения $d_{ж}$ в функции от Q_1 для обеспечения режима стабилизации уровня производится экспериментальным путем и используется в алгоритме управления.

5 Описание конструкции установки

Установка содержит сепаратор 1 с вертикальной накопительной емкостью 2 для сбора жидкости и имеет входной трубопровод 3 для подачи газожидкостной смеси (ГЖС), выходной газовой трубопровод 4, выходной жидкостной трубопровод 5. В емкости 2 расположены датчик уровня 8, датчики верхнего 6 и нижнего 7 допустимого
10 уровня жидкости, которые соединены с управляющим устройством 9, управляющим двигателями 12 и 14 заслонок 11 и 13, установленных соответственно в жидкостном 5 и газовом 4 трубопроводах, которые соединены с жидкостным 15 и газовым 16 расходомерными устройствами. Предполагается, что расходные характеристики расходомеров превосходят максимальные расходы ГЖС, подаваемые на вход
15 сепаратора. Для обеспечения устойчивости и чувствительности системы предусмотрена возможность отдельного программного регулирования соотношения и скоростей закрывания заслонок 11 и 12, установленных в жидкостном и газовом трубопроводах.

Работа установки осуществляется следующим образом.

Первоначально заслонка 11 жидкостного трубопровода закрыта, а газового 12 -
20 открыта. Двигатели 10, 13 выключены. Газожидкостная смесь (ГЖС) подается на вход 3 сепаратора 1, где происходит разделение потока жидкости и газа. Жидкость поступает в емкость 2, а свободный газ отводится по трубопроводу 4 и поступает на расходомерное устройство 15. В процессе поступления ГЖС в сепаратор 1 происходит накопление жидкости в емкости 2. При заполнении емкости 2 с помощью датчика 8 осуществляется
25 определение расхода жидкости Q_1 , поступающей в сепаратор в составе ГЖС, который используется вычислителем 10 для определения скорости изменения сечения жидкостного трубопровода $d_{ж}$. При достижении уровня жидкости верхнего значения (датчика 6) управляющее устройство 10 подает команду на двигатели 12, 14 в сторону открывания жидкостной заслонки 11 и закрывания газовой заслонки 13. При определенном
30 положении жидкостной заслонки 11 уровень жидкости в емкости 2 начинает падать и при опускании его ниже уровня датчика 6 происходит отключение двигателей 12, 14. Данное положение заслонок 11, 13 может обеспечить режим стабилизации уровня жидкости, при котором ее расход через отводящий трубопровод 5 будет равен расходу жидкости, поступающей на вход 3. Если этого не происходит, то уровень жидкости
35 будет падать до уровня датчика 7, при этом управляющее устройство включает двигатели 12, 14 в сторону закрывания жидкостной заслонки 11 и открывания газовой заслонки 13. При определенном положении заслонок уровень жидкости в емкости 2 вновь начинает увеличиваться и при превышении его датчика 7 производится отключение двигателей 10, 13. При повторном входе уровня жидкости в диапазон датчиков 6 и 7 вероятность наступления режима стабилизации уровня возрастает. Таким образом, в процессе работы установки производится поддержание уровня жидкости в емкости 2 в пределах верхнего $H_в$ и нижнего $H_н$ допустимого уровня (между датчиками 6 и 7) вне зависимости от расхода ГЖС, поступающей на вход сепаратора. При этом
45 обеспечивается постоянный отвод жидкости на жидкостный расходомер 14, а газа - на газовый 15, не допуская попадания жидкости в газовую линию и наоборот, даже при наличии газовых пробок на входе. Кроме того, при необходимости обеспечения устойчивости и чувствительности системы возможно отдельное изменение

программным путем скоростей закрывания заслонок 11, 12 и их соотношения, что повышает точность регулирования.

Таким образом, заявляемый способ и устройство имеют преимущества перед известными, а именно:

5 1. Регулирование расхода жидкости на выходе производится с определенной скоростью, величина которой зависит от расхода жидкости, поступающей в сепаратор, определяемого по скорости изменения уровня в емкости и текущему расходу жидкости на выходе сепаратора, что позволяет обеспечить режим стабилизации в более узком диапазоне высоты накопительной емкости, а следовательно, уменьшить ее габариты.
10 Кроме того, обеспечение режима стабилизации обеспечивает более редкое управление заслонками, обеспечивая повышение надежности установки.

2. Одновременное регулирование расхода жидкости на выходе сепаратора и противонаправленное регулирование расхода в выходном газовом трубопроводе, то есть при открывании заслонки в жидкостном трубопроводе одновременно происходит
15 закрывание заслонки в газовом трубопроводе и наоборот, обеспечивает более динамичное воздействие на уровень жидкости в накопительной емкости сепаратора, повышая тем самым статическую и динамическую точность регулирования уровня.

3. Использование датчиков плотности в качестве датчиков верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора позволяет более
20 точно определить границу между жидкой и газовой составляющими, особенно в условиях переменной плотности и газонасыщенности жидкости.

Источники информации

1. Байков Н.М., Колесников Б.В., Челпанов П.И. Сбор, транспортировка и подготовка нефти. - М.: "Недра", 1975. - с. 76-78.
- 25 2. Назначение, классификация и конструкция сепараторов. (<http://nefrussia.ru/tag/separator/>).
3. Комбинированный регулятор уровня жидкости и давления для сепараторов двух фаз. Патент РФ №2032204, МПК G05D 9/02, G05D 16/06, опубл. 27.03.1995.

Формула изобретения

30 1. Способ трехпозиционного регулирования уровня жидкости в емкости сепаратора, заключающийся в поддержании в определенном диапазоне уровня жидкости в накопительной емкости сепаратора за счет регулирования расхода жидкости в выходном трубопроводе путем закрывания заслонки при достижении нижнего уровня жидкости
35 и открывания заслонки при достижении верхнего уровня жидкости, отличающийся тем, что регулирование расхода жидкости на выходе производится с определенной скоростью, величина которой зависит от расхода жидкости, поступающей в сепаратор, определяемого по скорости изменения уровня в емкости и текущему расходу жидкости на выходе сепаратора.

40 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что одновременно с регулированием расхода жидкости на выходе сепаратора осуществляется противонаправленное регулирование расхода в выходном газовом трубопроводе, то есть при открывании заслонки в жидкостном трубопроводе одновременно происходит закрывание заслонки в газовом трубопроводе и наоборот.

45 3. Трехпозиционный регулятор уровня жидкости в емкости сепаратора, содержащий установленные в емкости два датчика верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости, установленную в выходном жидкостном трубопроводе заслонку и измеритель расхода, устройство управления для открывания и закрывания заслонки, отличающийся тем,

что регулятор содержит отдельный датчик уровня, установленный в дно емкости, заслонка выполнена в виде регулируемой с электроприводом, причем датчики и электропривод заслонки соединены с устройством регулирования направления и скорости изменения положения заслонки, содержащим вычислительное устройство для
5 определения расхода жидкости, поступающей в сепаратор, к которому подключен отдельный датчик уровня и измеритель выходного расхода жидкости.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что устройство содержит вторую заслонку, установленную в выходном газовом трубопроводе сепаратора, причем двигатель привода этой заслонки подключен к устройству переключения в противофазе с
10 двигателем заслонки в жидкостном трубопроводе.

5. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что в качестве датчиков верхнего и нижнего допустимого уровня жидкости применены датчики плотности.

15

20

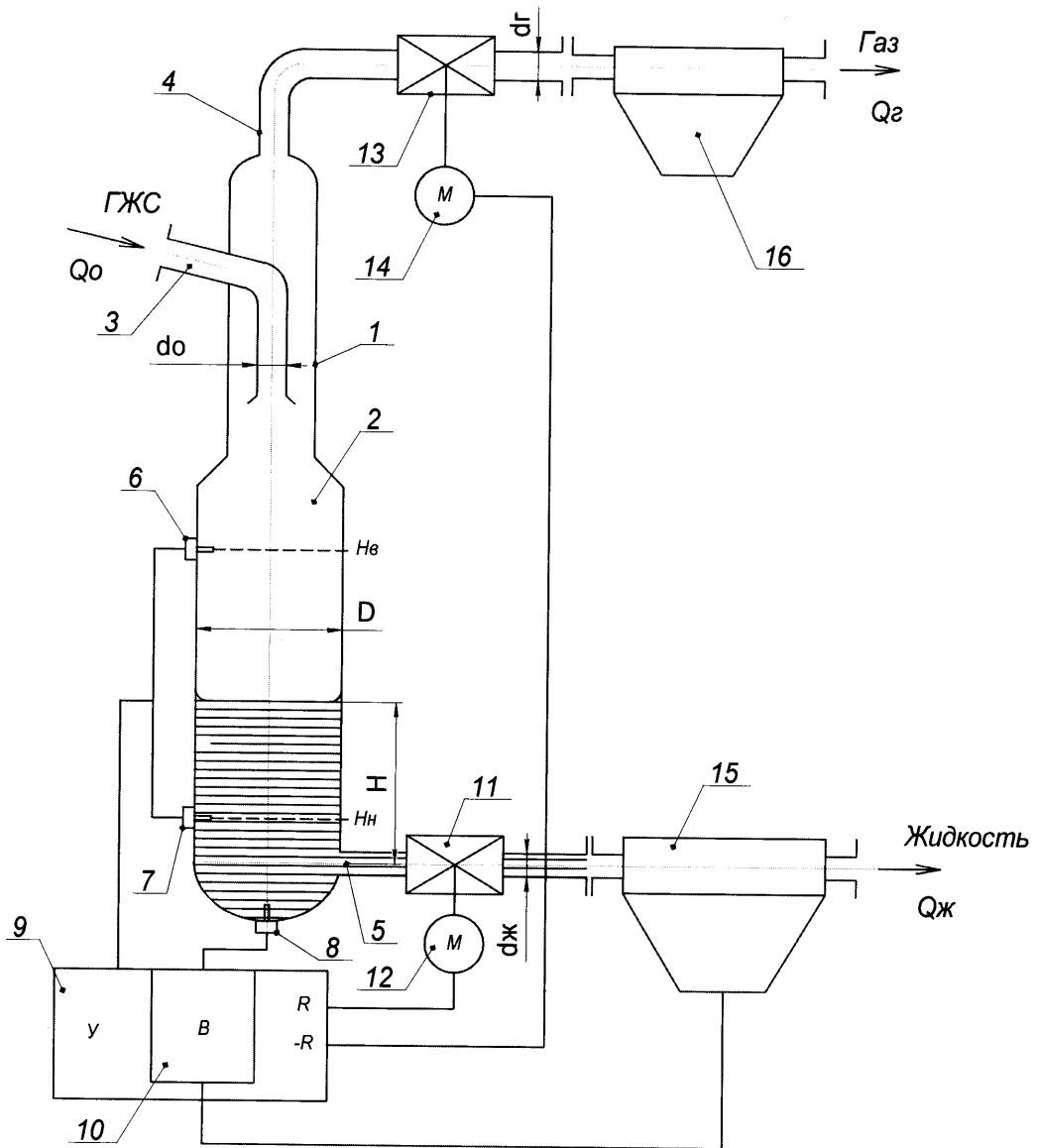
25

30

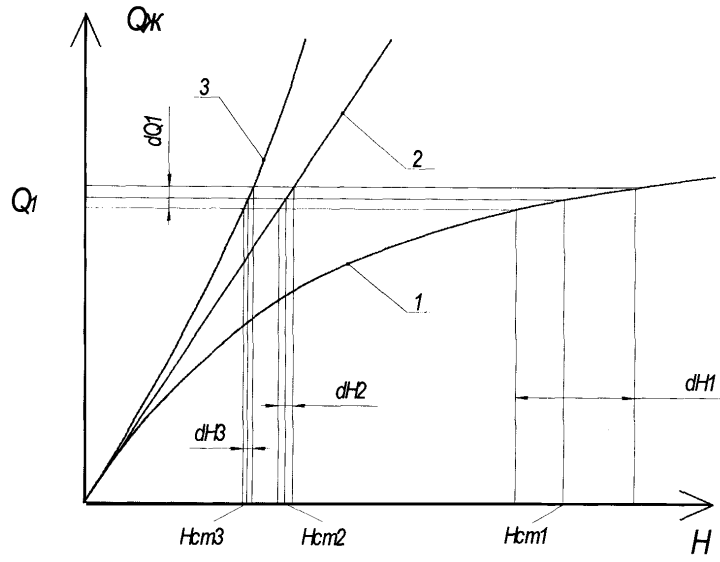
35

40

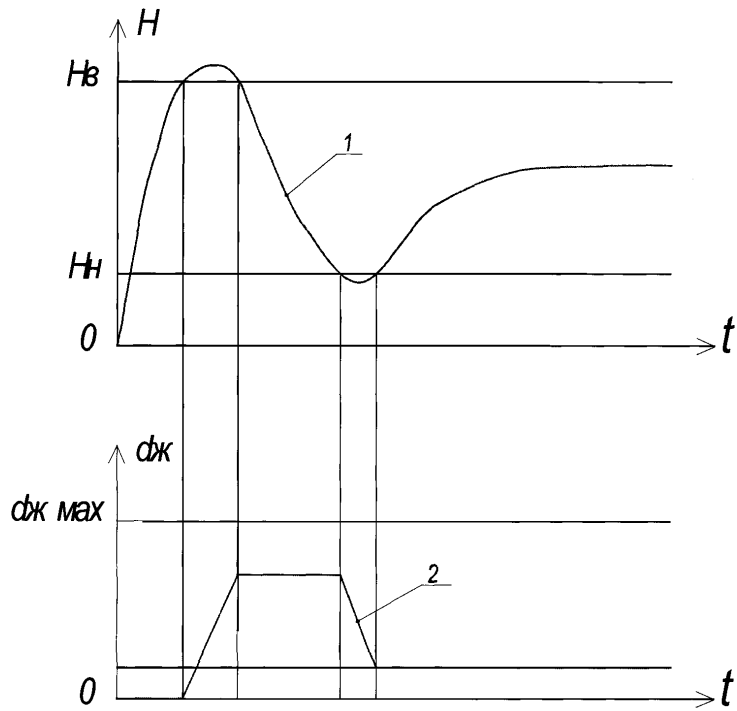
45



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3