

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045210**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.11.02**

(21) Номер заявки  
**202391390**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.04.04**

(51) Int. Cl. **G05B 11/28** (2006.01)  
**G01N 21/17** (2006.01)  
**B01D 17/025** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЯНОЙ ПОДУШКИ И ВЫСОТЫ  
ПРОМЕЖУТОЧНОГО ЭМУЛЬСИОННОГО СЛОЯ**

---

(43) **2023.10.26**

(96) **2023/012 (AZ) 2023.04.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ИНСТИТУТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ МИНИСТЕРСТВА  
НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ (AZ)**

(72) Изобретатель:  
**Рзаев Аббас Гейдар оглы, Асадова  
Рена Шариф кызы (AZ)**

(56) РЗАЕВ А.Г., АСАДОВА Р.Ш. Способ и система измерения уровня водяной подушки и высоты промежуточного эмульсионного слоя, 02.2023, [online], [найдено 09.08.2023], найдено в <<https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-i-sistema-izmereniya-urovnya-vodyanoy-podushki-i-vysoty-promezhutochnogo-emulsionnogo-sloya/viewer>>

EA-B1-027715  
EA-B1-032835  
RU-C1-2328518  
US-A1-2022163929  
SU-A1-1644101

---

(57) Изобретение относится к нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к отстойным аппаратам, работающим в статистическом и динамическом режимах, и касается измерения уровня раздела фаз нефти и воды. Сущность изобретения состоит в способе автоматического измерения уровня раздела фаз между водяной подушкой (ВП) и промежуточным эмульсионным слоем (ПЭС), а также между ПЭС и нефтью в отстойном аппарате, работающем в динамическом и стационарном режимах, и в системе, реализующей заявляемый способ, которая содержит отстойник и датчики источника и приемника инфракрасного излучения и точки отбора пробы нефти для определения среднего размера асфальтовых частиц нефти. По предложенному алгоритму рассчитывают концентрацию асфальтенов по высоте отстойника. Технический эффект заявляемого изобретения состоит в повышении эффективности управления процессом отстоя, заключающейся в высокой точности измерения уровня разделов фаз, что позволяет надежно управлять и полностью избежать процесса "захлебывания".

---

**B1**

**045210**

**045210**

**B1**

Изобретение относится к нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к отстойным аппаратам, работающим в статистическом и динамическом режимах, и касается измерения уровня раздела фаз нефти и воды.

Известен способ измерения уровня раздела фаз нефти и воды (1) с применением емкостных датчиков.

Недостатком данного способа является то, что со временем на поверхности чувствительного элемента датчика накапливаются поверхностно - активные компоненты нефти, значительно влияющие на чувствительность датчика, в результате чего точность измерения снижается. Кроме того, известный способ не позволяет измерять уровень водяной подушки и высоту промежуточного слоя, которые образуются в результате отстоя нефтяной эмульсии.

Известен способ и система автоматического регулирования уровня раздел фаз нефти и воды (2), в котором используют параметр оптической плотности промежуточного слоя, определяемого с использованием инфракрасного излучения, а для оценки изменения его объема определяют содержание асфальтенов в ПЭС.

Недостатком данного способа является то, что он не позволяет точно определить изменяющийся объем ПЭС, а следовательно и его высоту, из-за того, что в способе вычисляется только усредненное значение концентрации асфальтенов, что может привести к повышению ПЭС и к "захлебыванию" отстойного аппарата, понижению точности измерения уровня водяной подушки и качества контроля процесса отстоя нефтяной эмульсии.

Известен (3) способ измерения уровня раздела фаз между водяной подушкой и ПЭС, а также между ПЭС и нефтью, который включает измерение с помощью радиоизлучения плотности жидкости по всей высоте отстойного аппарата. По измеренным значениям, полученных в каждой точке измерения, строят гистограмму и по ней определяют уровень раздела фаз.

Одним из недостатков данного способа является то, что измерение плотности осуществляют с помощью радио излучателя гамма-частиц, что является нежелательным фактором для безопасности обслуживающего персонала и окружающей среды. Другой недостаток состоит в том, что используемые значения плотности жидкости, распределенной по высоте аппарата, мало отличаются друг от друга из-за того, что вода по плотности мало отличается от промежуточного слоя, так как в ПЭС содержится до 70% эмульгированных водяных капель, а также имеется высокая концентрация асфальтенов, а поэтому построенная гистограмма не отражает реального уровня раздела фаз, что приводит к большим ошибкам при определении уровня раздела фаз и вытекающими от этого последствиями.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому изобретению является известный (4) способ измерения уровня раздела фаз (УРФ) между водяной подушкой (ВП) и промежуточным эмульсионным слоем (ПЭС), а также между ПЭС и нефтью в отстойном аппарате (ОА), работающем в динамическом и стационарном режимах. Способ включает измерение оптической плотности жидкости по высоте отстойника с использованием источника и приемника инфракрасного излучения. По измеренным значениям, полученным в каждой точке измерения, рассчитывают концентрацию асфальтенов, а гистограмму, по которой определяют уровень раздела фаз, строят по изменению концентрации асфальтенов по высоте отстойника.

Недостатком данного способа является то, что в нем не учитывается влияния размера асфальтенов (которые имеют не только молекулярные, а также коллоидные структуры) на коэффициент светопоглощения асфальтенов, что следовательно отражается на точности определения концентрации асфальтенов. Известно, что при низком содержании асфальтенов, например в легкой нефти, они диспергированы в виде истинного молекулярного раствора (с диаметром молекул - 1,5 нм). При более высоком содержании, например в нефти средней плотности, асфальтены диспергированы в виде наноагрегатов (диаметром - 2 нм). При еще более высокой концентрации, например в подвижной тяжелой нефти асфальтены диспергированы в виде кластеров (диаметром - 5 нм).

Задача изобретения заключается в повышении точности измерения уровня водяной подушки и высоты ПЭС.

Сущность изобретения состоит в способе измерения уровня раздела фаз между водяной подушкой (ВП) и промежуточным эмульсионным слоем динамическом или стационарном режимах. Способ включает период определение раз в месяц лабораторным путем из пробы нефтяной фазы отстойного аппарата средний диаметр асфальтеновых частиц (СДАЧ), измерение оптической плотности жидкости по высоте отстойника с использованием инфракрасного излучения. По измеренным значениям, полученным в каждой точке измерения, и с учетом полученных значений СДАЧ рассчитывают фактическую концентрацию асфальтенов, по значениям которых строят гистограмму, и определяют уровень раздела фаз.

Сопоставительный анализ заявляемого изобретения и прототипа показал, что заявляемое изобретение отличается существенным признаком: дополнительно лабораторным путем определяют СДАЧ и строят гистограмму с учетом значений СДАЧ, что позволяет повысить точность измерения уровня водяной подушки и высоты ПЭС. Известно, что качество процесса динамического отстоя нефтяной эмульсии определяется толщиной ПЭС. При этом, чем меньше толщина ПЭС, тем выше качество процесса и наоборот.

Сущность заявляемого изобретения проиллюстрирована на фиг. 1 и 2. На фиг. 1 представлена гистограмма изменения концентрации асфальтенов по высоте отстойника, где:  $h_{ВП}$  - уровень ВП;  $h_{ПЭС}^k$  и  $h_{ПЭС}^п$  - соответственно, толщина концентрированного и переходного ПЭС;  $h_n$  - высота нефтяного слоя;  $K_a$  - концентрации асфальтенов,  $h$  - высота отстойника. На фиг. 2 представлена схема автоматического измерения уровня раздела фаз, которая содержит: 1 - линия подачи НЭ в отстойник; 2 - отстойник (может быть любой формы); 3 - дренажная линия осевшей воды; 4 - ВП; 5 - ПЭС; 6 - слой нефти; 7 линия отвода обезвоженной нефти; 8 - источник инфракрасного излучения (ИКИ) -  $J_0$ ;  $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, 8_5, 8_6$  - датчики ИКИ;  $8'_1, 8'_2, 8'_3, 8'_4, 8'_5, 8'_6$  - приемники -  $J_i$  - ИКИ; 9 - преобразователь сигналов  $J_0$ ; 10 - преобразователь сигналов  $J_i$ ; 11 - блок регистрации и индикации (БР и И); 12 - пробоотборник; 13 - ввод данных о  $D_{cp}$ .

Способ осуществляется следующим образом.

Излучение от источника 8 через датчики  $8_1, 8_2, \dots, 8_6$ , установленные равномерно по высоте отстойника, проходит через слой нефтяной эмульсии. Часть энергии излучения поглощается, а другая - поступает на вход датчиков  $8'_1, 8'_2, \dots, 8'_6$  приема излучения. Из пробы нефти, отбираемой с пробоотборника 12, установленного на линии 7, лабораторным путем определяют СДАЧ, значения которых вместе с данными, полученными в каждой точке измерения, поступают в блок 10, где рассчитывается фактическая концентрация асфальтенов в различных фазах, по следующему алгоритму:

$$C_i = \frac{0,434 I_i K_{cp}}{D_i}$$

$$D_i = \lg \frac{J_0}{J_i}$$

$$K_{cp} = 1,36M \left[ a + b \exp\left(-\frac{D_{cp} - c}{D_{cp} \cdot x}\right) \right]$$

где  $D_i$  - оптическая плотность жидкости между  $i$ -ым датчиком и  $i'$  приемником;

$J_0, J_i$  - соответственно интенсивность падающего света (через датчики 1, 2, ... n) и света, прошедшего сквозь среды до приемников ( $1', 2', \dots, n'$ );

$l_i$  - расстояние между парой датчиков  $i$  и приемников  $i'$ , см;

$K_{cp}$  - коэффициент светопоглощения асфальтенов,  $см^{-1}$ ;

$M$  - молекулярная масса асфальтенов;

$D_{cp}$  - среднее значение диаметра асфальтеновых частиц, нм;

$D_{cp}^x$  - характеристическое значение  $D_{cp}$ , определяемое экспериментально при заданных значениях  $K_{cp}, M, D_{cp}$ ;

$a, b, c$  - экспериментальные коэффициенты.

Затем строится гистограмма (фиг. 1), по которой определяют уровни раздела фаз (ВП - ПЭС и ПЭС - нефть).

Пример:

$$a = 0,48; \quad b = 0,52; \quad c = 1,5; \quad D_{cp}^x = 0,453$$

$$K_{cp} = 1,36M \left[ 0,48 + 0,52 \exp\left(-\frac{D_{cp} - 1,5}{0,453}\right) \right]$$

И при  $D_{cp}=1,5$  нм  $K_{cp}=1,36 M$ , т.е. при молекулярном уровне коррекция по  $D_{cp}$  не вводится. А при  $D_{cp}=5$  нм, когда асфальтены представляет собой кластеры значения  $K_{cp}$  существенно (~в два раза) уменьшается, т.е.  $K_{cp}=1,36 M \cdot 0,48 = 0,6528 M$ .

Технический эффект заявляемого изобретения состоит в повышении эффективности управления процессом отстоя, заключающейся в высокой точности измерения уровня разделов фаз, который позволяет надежно управлять и полностью избежать процесса "захлебывания".

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация промысловой подготовки нефти и транспорта. Гостопиздат, 1969, с. 80-81.
2. Заявка ЕАПО № 201600039 "Способ и система автоматического регулирования раздела фаз нефти и воды"
3. Sberthold (1) technologies. Interface and Multiphase level Measurement (levelsofwater, oil emulsion etc) (прототип).
4. Евразийский патент № 032835 от 31.07.2019

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ автоматического измерения уровня раздела фаз между водяной подушкой (ВП) и промежуточным эмульсионным слоем (ПЭС), а также между ПЭС и нефтью в отстойном аппарате, работающем в статическом или динамическом режимах, включает измерение оптической плотности жидкости по высоте отстойника с использованием инфракрасного излучения, по измеренным значениям, полученным в каждой точке измерения, рассчитывают концентрацию асфальтенов, строят гистограмму и определяют уровень раздела фаз, отличающийся тем, что из пробы нефтяной фазы отстойного аппарата лабораторным путем определяют средний диаметр асфальтеновых частиц (СДАЧ), значение которого используют при расчете фактической концентрации асфальтенов в различных фазах по следующему алгоритму:

$$C_i = \frac{0,434 l_i K_{сп}}{D_i}$$

$$D_i = \lg \frac{J_0}{J_i}$$

$$K_{сп} = 1,36M \left[ a + b \exp\left(-\frac{D_{ср} - c}{D_{ср} \cdot x}\right) \right]$$

где  $D_i$  - оптическая плотность жидкости между  $i$ -м датчиком и  $i'$  приемником;

$J_0, J_i$  - соответственно интенсивность падающего света (через датчики 1, 2, ... n) и света, прошедшего сквозь среды до приемников ( $1', 2', \dots n'$ );

$l_i$  - расстояние между парой датчиков  $i$  и приемников  $i'$ , см;

$K_{сп}$  - коэффициент светопоглощения асфальтенов,  $\text{см}^{-1}$ ;

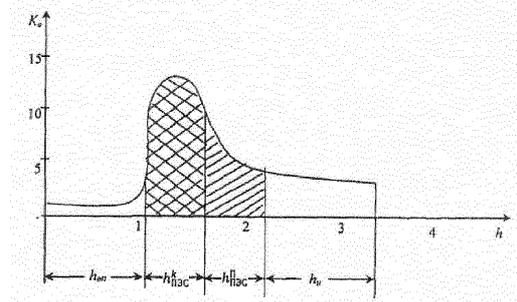
$M$  - молекулярная масса асфальтенов;

$D_{ср}$  - среднее значение диаметра асфальтеновых частиц, нм;

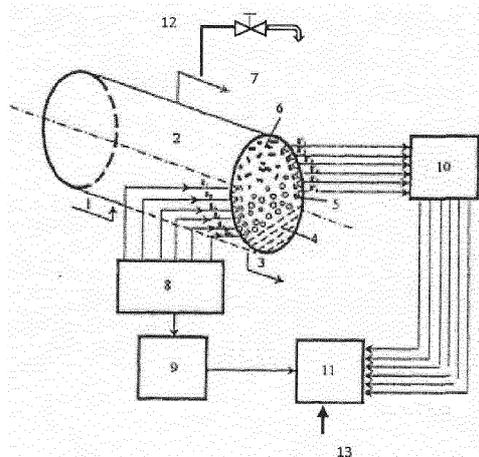
$D_{ср}^x$  - характеристическое значение  $D_{ср}$ , определяемое экспериментально при заданных значениях

$K_{сп}, M, D_{ср}$ ;

$a, b, c$  - экспериментальные коэффициенты.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2