

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042068**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.02

(21) Номер заявки
202100260

(22) Дата подачи заявки
2021.04.20

(51) Int. Cl. **C10G 33/08** (2006.01)
C10L 1/32 (2006.01)
B01D 17/12 (2006.01)
B01D 17/025 (2006.01)
G01N 21/17 (2006.01)

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТСТОЯ НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

(43) **2022.10.31**

(96) **2021/006 (AZ) 2021.04.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ИНСТИТУТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ НАНА (AZ)**

(56) EA-A1-201400795
EA-B1-032835
EA-A1-201401175
RU-A-2003117845

(72) Изобретатель:
**Алиев Тельман Аббас оглы, Рзаев
Аббас Гейдар оглы, Гулуев Гамбар
Агаверди оглы, Асадова Рена Шариф
кызы, Курбанов Зафар Газанфар оглы
(AZ)**

(57) Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, в частности к подготовке товарной нефти и предназначено для использования в системах централизованного управления процессами динамического отстоя нефтяной эмульсии. Сущность изобретения состоит в создании искусственного колебательного режима, неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками, в измерении параметров процесса отстоя и расчета значения управляющего воздействия на исполнительные механизмы системы. Технический эффект заявляемого изобретения состоит в точности измерения и рациональном управлении процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии в отстойных аппаратах с получением заданного качества товарной нефти.

B1

042068

042068

B1

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, в частности к подготовке товарной нефти и предназначено для использования в системах централизованного управления процессами динамического отстоя нефтяной эмульсии.

Известен способ управления процессом разрушения водонефтяной эмульсии (НЭ) при термохимическом обезвоживании нефти (1). Способ заключается в автоматическом регулировании дозировки поверхностно-активных веществ (ПАВ) в зависимости от содержания воды в нефтяной эмульсии для ее расслоения. Способ в процессе подготовки товарной нефти позволяет управлять процессом разрушения водонефтяной эмульсии.

Недостатком данного способа является то, что он не учитывает образование промежуточного эмульсионного слоя (ПЭС), состоящего из эмульгированных водяных капель с бронирующими оболочками, образованными механическими примесями и природными поверхностно-активными веществами (ПАВ), адсорбируемых на каплях воды и нефти и препятствующих их коалесценции. Особенно это характерно для отстойных аппаратов, работающих в динамическом режиме, что влияет на качество подготовленной товарной нефти.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому изобретению является известный (2) способ и система управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии. Способ заключается в создании искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками, в каждом из которых измеряют перепад давления по высоте отстойного аппарата, объем входящей нефтяной эмульсии. На основе измеренных данных математически рассчитывают значение управляющего воздействия на систему управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, реализующей указанный способ и позволяющей автоматически дозировать деэмульгатор в зависимости от объема нефтяной эмульсии.

Недостатком данного способа является то, что он не позволяет оценить в отстойном аппарате объем промежуточного слоя нефтяной эмульсии - "водяной подушки", излишнее увеличение которой приводит к "захлебыванию" отстойного аппарата и нарушению процесса отстоя.

Наиболее близкой к системе управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии является известная (2) система, реализующая автоматическую дозировку деэмульгатора в зависимости от объема нефтяной эмульсии, которая содержит датчики измерения давления по высоте отстойного аппарата, датчики расхода нефтяной эмульсии и деэмульгатора, исполнительные механизмы на линии потока нефтяной эмульсии на входах отстойных аппаратов и на линии отвода дренажной воды. Все выходы датчиков через соответствующие преобразователи связаны с входом блока управления и индикации, а выходы блока управления и индикации связаны с входами исполнительных механизмов. Блок управления осуществляет управляющее воздействие на исполнительные механизмы, которые могут изменять удельный расход деэмульгатора, уровень ВП, частоту и амплитуду колебания ПЭС в зависимости от расчетного значения управляющего воздействия.

Недостаток указанной системы состоит в том, что она управляет процессом в соответствии с заложенным в ней способом, который не учитывает концентрацию асфальтенов в нефтяном слое, способствующей бесконтрольному увеличению ВП.

Задача изобретения состоит в улучшении процесса динамического отстоя нефтяной эмульсии.

Сущность изобретения состоит в способе управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, который включает создание искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками, в каждом из которых измеряют перепад давления по высоте отстойного аппарата, объем входящей нефтяной эмульсии, автоматическую дозировку деэмульгатора в зависимости от объема нефтяной эмульсии. Дополнительно измеряют содержание воды в нефтяной эмульсии на входе в отстойный аппарат (ОА), оптическую плотность нефтяного слоя и уровень водяной подушки в ОА, а перепад давления измеряют в трех точках по высоте отстойного аппарата, и по измеренным данным рассчитывают значение управляющего воздействия на систему по следующему алгоритму:

$$W_{1-2} = \frac{\rho_{нэ} - \rho_{н}}{\rho_{в} - \rho_{н}} = \frac{\Delta P_{11-2} - \rho_{н}}{\rho_{в} - \rho_{н}}$$

$$W_{2-3} = \frac{\Delta P_{2-3} - \rho_{н}}{\rho_{в} - \rho_{н}}$$

$$h_{в} = (W_{1-2} + W_{2-3}) \frac{1}{2} h$$

$$\Delta h = h_{в} - h_{в}^3$$

$$D = \lg \left(\frac{J_0}{J_1} \right)$$

$$Z_A = a/l = 15,813 D$$

$$Z_A = Z_A^p - Z_A^3$$

где W_1, W_2 - содержание воды в слое жидкости по высоте отстойного аппарата (ОА) соответственно между точками отбора, долевые;

P_1, P_2, P_3 - давление соответственно в трех точках измерения, кгс/м²;

$\rho_w, \rho_n, \rho_{нэ}$ - плотность воды, нефти и НЭ, кг/м³;

D - оптическая плотность жидкости между датчиком и приемником при длине волн инфракрасного излучения (ИКИ);

Z_A - концентрация асфальтенов в нефтяном слое;

Z_A^p, Z_A^z - расчетное и заданное значения концентрации асфальтенов в нефтяном слое;

J_0 и J_1 соответственно интенсивность падающего инфракрасного излучения и излучения проходящего через слой жидкости по высоте ОА;

l - высота ОА, м;

h_w - уровень водяной подушки (раздела фаз нефть - вода) (ВП);

α - эмпирический коэффициент, определяемый экспериментально;

Сущность изобретения также состоит в системе управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии. Система управления содержит датчики измерения давления по высоте отстойного аппарата, датчики расхода нефтяной эмульсии и деэмульгатора, исполнительные механизмы, установленные на линии потока нефтяной эмульсии на входах отстойных аппаратов и на линии отвода дренажной воды, и установленные дополнительно датчики и приемники инфракрасного излучения (ИКИ). Все выходы датчиков через соответствующие преобразователи связаны с входом блока управления и индикации, а выходы блока управления и индикации связаны с входами исполнительных механизмов. Блок управления осуществляет управляющее воздействие на исполнительные механизмы по значению управляющего воздействия.

Сопоставительный анализ заявляемого способа изобретения с прототипом показал, что заявляемое изобретение отличается от прототипа новыми существенными признаками: измерение содержания воды в нефтяной эмульсии на входе в отстойный аппарат; определение уровня водяной подушки в ОА, измерение оптической плотности по высоте отстойного аппарата, а также новым алгоритмом расчета управляющего воздействия. А заявляемая система отличается от прототипа установкой датчиков и преобразователей для инфракрасного излучения.

Сопоставительный анализ с другими техническими решениями в этой области показал, что не найдены решения аналогичные заявляемому. Наличие в заявляемом техническом решении новых существенных признаков соответствует критерию изобретения "новизна".

Известно, что основным в процессе динамического отстоя нефтяной эмульсии является удаление бронирующих оболочек с капель эмульгированной пластовой воды. Для разрушения бронированных оболочек используются деэмульгаторы, однако их эффективное применение ограничено субъективными причинами. Особенно это характерно для малодобитных скважин, в которых добывается сильно обводненная нефть. В заявляемом изобретении механизм динамического отстоя нефтяной эмульсии состоит в создании искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками. Перераспределение потока нефтяной эмульсии создает циклическое изменение скорости потока нефтяной эмульсии в ОА, что приводит к колебательному движению ПЭС. В результате циклического перераспределения нефтяной эмульсии в ОА, где объем больше среднего значения, промежуточный эмульсионный слой расширяется, кинетическая энергия повышается и при этом повышается эффективность столкновения между каплями, приводящая к разрушению бронирующих оболочек и коалесценции капель. А при объеме меньше среднего значения, промежуточный эмульсионный слой сжимается, уменьшается расстояние между каплями, приводящее к коалесценции капель. Кроме того известно, что на эффективность динамического отстоя влияет уровень ВП, высота которого измеряется с использованием ИКИ, а также изменение концентрации асфальтенов, концентрацию которых определяют путем измерения оптической плотности нефтяного слоя по высоте отстойного аппарата, чем больше концентрация асфальтенов и выше уровень ВП, тем хуже процесс динамического отстоя нефтяной эмульсии. И в это время необходимо увеличить дозировку деэмульгатора и частоту перераспределения потока и наоборот. Указанный механизм приводит к разрушению бронирующих оболочек, коалесценции эмульгированных водяных капель и переводу механических примесей в водяную подушку ОА, уменьшению риска захлебывания отстойных аппаратов и повышению качества товарной нефти (уменьшается содержание воды и минеральных солей).

Для реализации указанного способа используется несколько модифицированная (введены дополнительные датчики и приемники ИКИ и соответствующие им преобразователи) известная (2) система управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, принципиальная схема которой представлена на чертеже.

Система содержит:

1 - датчик расхода НЭ;

2 - преобразователь сигнала датчика расхода;

3, 3_n - датчик и приемник ИКИ;

- 4 и 4_n - преобразователь сигнала датчиков ИКИ;
 9 - датчик уровня деэмульгатора;
 10 - преобразователь сигнала датчика уровня деэмульгатора;
 7₁; 11₁; 12₁ и 7_n; 11_n; 12_n - датчики давления;
 8₁; 13₁ и 8_n; 13_n - преобразователи сигналов датчиков давления;
 5 - центробежный насос подачи НЭ;
 14 - плунжерный насос для дозирования деэмульгатора;
 15 - блок управления и индикации;
 16₁...16_n - отстойные аппараты;
 17 датчик расход НЭ на входах 16₁; 16_n; 18₁; 18_n;
 19 - исполнительные механизмы;
 20 - емкость для деэмульгатора.
 Технологические линии:
 I - линия НЭ на входе в отстойник;
 II - линия дренажной воды;
 III - линия НЭ на входе центробежного насоса;
 IV - линия деэмульгатора;
 V - линия обезвоженной нефти.

Все выходы датчиков через соответствующие преобразователи связаны с входом блока управления и индикации, а выходы блока управления и индикации связаны с входами исполнительных механизмов. Блок управления осуществляет управляющее воздействие на исполнительные механизмы по значению управляющего воздействия.

Способ осуществляется следующим образом.

В каждом из ОА измеряют объем и содержание воды входящей нефтяной эмульсии. Для контроля за уровнем водяной подушки в трех точках по высоте ОА измеряют давление и оптическую плотность ПЭС. На основе полученных значений и дополнительных параметров авторами изобретения разработан алгоритм управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, который реализуется следующим образом.

К блоку управления и индикации (БУИ) 15 с заданной частотой через соответствующие преобразователи подключаются и опрашиваются все датчики измерения и на основании значений полученных сигналов по заявляемому алгоритму:

$$W_{11-7} = \frac{\rho_{НЭ} - \rho_{Н}}{\rho_{В} - \rho_{Н}} = \frac{\frac{\Delta P_{11-7}}{gh} - \rho_{Н}}{\rho_{В} - \rho_{Н}}$$

$$W_{7-13} = \frac{\frac{\Delta P_{7-13}}{gh} - \rho_{Н}}{\rho_{В} - \rho_{Н}}$$

$$h_{В} = W_{11-7} + W_{7-13} \frac{1}{2} h$$

$$\Delta h = h_{В} - h_{В}^3$$

$$D = \lg\left(\frac{J_0}{J_1}\right) Z_A = a/l = 15,813 D$$

$$Z_A = a/l = 15,813 D$$

$$Z_A = Z_A^p - Z_A^3$$

где W_{11-7} , W_{7-13} - содержание воды в слое жидкости по высоте отстойного аппарата (ОА) соответственно между точками отбора, 11 и 7, 7 и 13, доливые; P_{11} , P_7 , P_{13} - давление соответственно в точках 11, 7 и 13, кгс/м²; $\rho_{В}$, $\rho_{Н}$, $\rho_{НЭ}$ - плотность воды, нефти и НЭ, кг/м³; D - оптическая плотность жидкости между датчиком и приемником при длине волн инфракрасного излучение (ИКИ); Z_A - концентрация асфальтенов в нефтяном слое; Z_A^p , Z_A^3 - расчетное и заданное значение концентрации асфальтенов в нефтяном слое; J_0 и J_1 - соответственно интенсивность падающего инфракрасного излучения и излучение подходящего через слой жидкости по высоте ОА; $h_{В}$ - уровень водяной подушки (раздела фаз нефть - вода) (ВП); h - высота отстойника; $h_{В}$, $h_{В}^3$ - измеренное и заданное (номинальное) значение уровня ВП в ОА; α - эмпирический коэффициент, определяемый экспериментально;

Рассчитывается управляющий показатель, который путем воздействия сигнала с БУИ на соответствующие исполнительные механизмы осуществляет управление процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии. При увеличении значения управляющего показателя выше номинального путем воздействия сигнала с БУИ на соответствующие исполнительные механизмы увеличивают удельный расход (дозировку) деэмульгатора, частоту перераспределения потока нефтяной эмульсии между параллельно работающими отстойными аппаратами и уменьшают уровень водяной подушки. А при значении данного показателя меньше номинального уменьшают дозировку деэмульгатора, частоту перераспределения потока нефтяной эмульсии и увеличивают уровень водяной подушки. Номинальное значение управляющего воздействия определяют как средневзвешенное значение по предварительно наработанным показате-

лям. При значении $\Delta Z_A > 0$ увеличивают частоту колебания ПЭС и наоборот при значении $\Delta Z_A < 0$ уменьшают частоту колебания ПЭС, а при значениях $\frac{W_{11-7}}{W_{7-13}} = 0$ и $\Delta Z_A = 0$ колебательный режим переходит в режим равномерного распределения потока ПЭС между отстойными аппаратами, а при $\Delta h > 0$ увеличивают расход дренажной воды и наоборот.

Датчики, преобразователи и другие устройства, установленные в системе, являются общеизвестными устройствами: датчик перепада давления - дифманометр типа САПФИР-22; расхода - типа СВЕД, БУИ - стандартный контроллер.

Пример.

Исходные данные:

$$\Delta P_{11-7} = 0,1775 \text{ атм} + 172500 \text{ дина}$$

$$\rho_n = 0,86 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}; \quad \rho_b = 1,062 \text{ г/см}^3;$$

$$\Delta P_{7-13} = 0,196 \text{ атм} = 196000 \text{ дина};$$

$$h = 4 \text{ м}; \quad h_b^3 = 1,2 \text{ м}$$

$$W_{11-7} = \frac{\frac{\Delta P_{11-7}}{gh} - \rho_n}{\rho_b - \rho_n} = \frac{\frac{172500}{980 \cdot 200} - 0,86}{1,06 - 0,86} = \frac{0,88 - 0,86}{0,2} = 0,1$$

$$W_{7-13} = \frac{\frac{\Delta P_{7-13}}{gh} - \rho_n}{\rho_b - \rho_n} = \frac{\frac{196000}{980 \cdot 200} - 0,86}{1,06 - 0,86} = \frac{1 - 0,86}{0,2} = 0,7$$

$$\text{Уровень ВП: } h_{\text{ВП}} = \frac{1}{2} \cdot h \cdot W_{11-7} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ м}$$

$$\Delta h = h - h_b^3 = 1,4 - 1,2 = 0,2 \text{ м}$$

Технический эффект заявляемого изобретения состоит в том, что способ позволяет оперативно и надежно контролировать и рационально управлять процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии в отстойных аппаратах с получением заданного качества товарной нефти.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, который включает создание искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками, в каждом из которых измеряют перепад давления по высоте отстойного аппарата, объем входящей нефтяной эмульсии, автоматическую дозировку деэмульгатора в зависимости от объема нефтяной эмульсии, отличающийся тем, что дополнительно измеряют содержание воды в нефтяной эмульсии на входе в отстойный аппарат (ОА), оптическую плотность нефтяного слоя и уровень водяной подушки в ОА, а перепад давления измеряют в трех точках по высоте отстойного аппарата, и по измеренным данным рассчитывают значение управляющего воздействия на систему по следующему алгоритму:

$$W_{1-2} = \frac{\rho_{нэ} - \rho_n}{\rho_b - \rho_n} = \frac{\frac{\Delta P_{11-7}}{gh} - \rho_n}{\rho_b - \rho_n}$$

$$W_{2-3} = \frac{\frac{\Delta P_{2-3}}{gh} - \rho_n}{\rho_b - \rho_n}$$

$$h_b = W_{1-2} + W_{2-3} \cdot \frac{1}{2} h$$

$$\Delta h = h_b - h_b^3$$

$$D = \lg\left(\frac{J_0}{J_1}\right)$$

$$Z_A = a/l = 15,813 D$$

$$Z_A = Z_A^p - Z_A^3$$

где W_1, W_2 - содержание воды в слое жидкости по высоте отстойного аппарата (ОА) соответственно между точками отбора, долевые;

P_1, P_2, P_3 - давление соответственно в трех точках измерения, кгс/м²;

$\rho_b, \rho_n, \rho_{нэ}$ - плотность воды, нефти и НЭ, кг/м³;

D - оптическая плотность жидкости между датчиком и приемником при длине волн инфракрасного излучения (ИКИ);

Z_A - концентрация асфальтенов в нефтяном слое;

Z_A^p, Z_A^3 - расчетное и заданные значения концентрации асфальтенов в нефтяном слое;

J_0, J_1 - соответственно интенсивность падающего инфракрасного излучения и излучения проходящего через слой жидкости по высоте ОА;

l - высота ОА, м;

h_b - уровень водяной подушки (раздела фаз нефть - вода) (ВП);

α - эмпирический коэффициент, определяемый экспериментально.

