

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2601747

### СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015123156

Приоритет изобретения 16 июня 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 14 октября 2016 г.

Срок действия патента истекает 16 июня 2035 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015123156/04, 16.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.06.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.06.2015

(45) Опубликовано: 10.11.2016 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2455341 C1, 10.07.2012. RU 2078116  
C1, 27.04.1997. WO 9413392 A1, 23.06.1994. SU  
1377281 A1, 28.02.1988.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Бойцова Александра Александровна (RU),  
Кондрашева Наталья Константиновна (RU),  
Крапивский Евгений Исаакович (RU),  
Кондрашев Дмитрий Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

**(54) СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ К ПЕРЕРАБОТКЕ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу подготовки тяжелой нефти к переработке, включающему эмульгирование нефтепродукта путем интенсивного кавитационного воздействия. Причем до эмульгирования тяжелую нефть обрабатывают в магнитном поле с помощью неодимовых магнитов до снижения вязкости, а затем обработанную нефть смешивают с легкой

нефтью до концентрации тяжелой нефти в смеси от 7 до 9%, после чего полученную смесь подвергают кавитационной обработке с последующей атмосферной перегонкой. Технический результат - увеличение выхода светлых фракций при переработке тяжелой нефти от 5 до 7%. 7 ил., 4 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015123156/04, 16.06.2015

(24) Effective date for property rights:  
16.06.2015

Priority:

(22) Date of filing: 16.06.2015

(45) Date of publication: 10.11.2016 Bull. № 31

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel  
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij  
(otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

Bojtsova Aleksandra Aleksandrovna (RU),  
Kondrasheva Natalja Konstantinovna (RU),  
Krapivskij Evgenij Isaakovich (RU),  
Kondrashev Dmitrij Olegovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)

(54) **METHOD FOR PREPARATION OF HEAVY OIL TO PROCESSING**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to a method for preparation of heavy oil to processing, including emulsification of oil product by intense cavitation action. Before emulsification, heavy oil is treated in a magnetic field using neodymium magnets to reduce viscosity, and then treated oil is mixed with light oil to

concentration of heavy oil in mixture of 7 to 9 %, then produced mixture is subjected to cavitation treatment with subsequent atmospheric distillation.

EFFECT: increased yield of light fractions when processing heavy oil from 5 to 7 %.

1 cl, 7 dwg, 4 ex

RU 2 601 747 C1

RU 2 601 747 C1

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к методам подготовки битуминозной высоковязкой нефти к ее переработке.

Известен способ переработки мазута путем вакуумной ректификации с получением дистиллятных фракций. На жидкую фазу кубового остатка воздействуют акустическими колебаниями частотой 0,1-200 КГц и мощностью 0,2-3 Вт/см<sup>2</sup> при остаточном давлении 20-200 мм рт. ст. (авторское свидетельство СССР №1377281, опубл. 29.02.1988 г.).

Недостатком способа являются высокие энергетические затраты на создание глубокого вакуума. Также применение только акустического диапазона частот не обеспечивает надежного разрушения высоковязких сред.

Известны способ подготовки нефти к переработке и устройство для его осуществления (патент РФ №2268284, опубл. 20.01.2006 г.), который включает пропускание нефти через рабочую камеру и одновременное воздействие акустическими колебаниями и гидроударами. Воздействие осуществляют в потоке, причем в поток нефти вводят воду, после чего поток пережимают до образования каверны за зоной пережатия.

Недостатком способа является его невысокая эффективность ввиду дополнительной подачи в нефть воды с ее последующим отделением. Также не имеется сведений об эффективности этого метода на тяжелых высоковязких нефтях.

Известны способ крекинга нефти и нефтепродуктов и установка для его осуществления (патент РФ №2078116, опубл. 27.04.1997 г.), в котором сырье (нефте содержащий продукт) и диспергирующее вещество подают в зону обработки, ультразвуковую обработку ведут с интенсивностью излучения 1-10 МВт/м<sup>2</sup> в замкнутом циркуляционном контуре при статическом давлении в диапазоне от 0,2 до 5 МПа, и осуществляют последующее разделение обработанного сырья на жидкую и парообразные фазы и получение из парообразной фазы конечного продукта.

Недостатками является отсутствие возможности контролировать процесс получения конечных продуктов по причине замкнутого цикла, ведение процесса при высоких температурах и давлении, энергоемкость.

Известен способ ультразвуковой кавитационной обработки жидких сред и расположенных в среде объектов (патент РФ №2455086, опубл. 10.07.2012 г.), согласно которому обработку следует производить в средах, удельное содержание воды или иной жидкой фазы которых превышает 65-70% от общей массы.

Недостатком является отсутствие влияния ультразвукового воздействия на нефть, содержание воды в которой составляет менее 2% масс.

Известен способ кавитационной обработки жидких нефтепродуктов (патент РФ №2455341, опубл. 10.07.2012 г.), принятый за прототип, который состоит в кавитационной обработке жидких нефтепродуктов, включающей эмульгирование нефтепродукта путем интенсивного кавитационного воздействия с последующей рециркуляцией. Обрабатывают непрерывный поток нефтепродукта, при этом часть обработанного нефтепродукта направляют на дальнейшую переработку или сжигание, а остальную часть смешивают с потоком входного необработанного нефтепродукта.

Недостатком данного способа является то, что возникают значительные потери сырья, вызванные сжиганием части обработанных нефтепродуктов. Кроме того, повторная обработка нефтепродуктов приводит к дополнительным затратам.

Технический результат заключается в снижении вязкости тяжелой высоковязкой нефти за счет обработки тяжелой нефти постоянным магнитным полем и в увеличении выхода светлых фракций от 5 до 7% за счет смешения с легкой нефтью, кавитационным воздействием и последующей атмосферной разгонкой.

Технический результат достигается тем, что до эмульгирования тяжелую нефть обрабатывают в магнитном поле с помощью неодимовых магнитов до снижения вязкости, а затем обработанную нефть смешивают с легкой нефтью до концентрации тяжелой нефти в смеси от 7 до 9%, после чего полученную смесь подвергают кавитационной обработке с последующей атмосферной перегонкой.

Способ подготовки тяжелой нефти к переработке поясняется чертежами, где описано:

фиг. 1 - основные свойства неодимовых магнитов,

фиг. 2 - основные свойства ультразвуковой установки,

фиг. 3 - технология подготовки тяжелой высоковязкой нефти к переработке,

фиг. 4 - физико-химические характеристики тяжелой высоковязкой Ярегской нефти и легкой Тэбукской нефти Тимано-Печорского региона,

фиг. 5 - изменение вязкости Ярегской и Тэбукской нефтей до и после магнитного воздействия от 15 до 25 минут,

фиг. 6 - Изменение выхода светлых фракций в результате смешения Ярегской и Тэбукской нефтей,

фиг. 7 - Изменение выхода светлых фракций в результате ультразвуковой обработки смеси Ярегской и Тэбукской нефтей с концентрацией тяжелой нефти 8%.

Способ осуществляется следующим образом.

Подготовленная товарная тяжелая высоковязкая нефть с содержанием массовой доли воды не более 0,5% и механических примесей не более 0,05% по ГОСТ Р 51858-2002. «Нефть. Общие технические условия» проходит через участок трубопровода, оснащенный неодимовыми магнитами, таким образом, чтобы обработка постоянным магнитным полем составляла 20 минут, что позволяет снизить кинематическую вязкость

тяжелой нефти с  $700 \text{ мм}^2/\text{с}$  до  $400\text{-}300 \text{ мм}^2/\text{с}$ . Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 33-2000 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости». Затем намагнитизированная нефть по трубопроводу направляется в резервуар для смешения с легкой нефтью. Концентрация тяжелой нефти в полученной смеси должна составлять от 7 до 9%. Для

улучшения процесса смешения используется обработка ультразвуковым воздействием в течение от 15 до 25 минут интенсивностью от 1,5 до  $2 \text{ Вт}/\text{см}^2$ . Затем подготовленное сырье подвергается атмосферной перегонке в колонне К-101, температура низа которой составляет не более  $355^\circ\text{C}$  и верха не более  $150^\circ\text{C}$ , а давление верха и низа не более 110 и 160 кПа соответственно. В колонне К-101 происходит разделение обработанной нефти на фракции и мазут. Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 2177-99.

«Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава».

Способ иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1. Проводится операция по воздействию постоянного магнитного поля на тяжелую высоковязкую нефть Ярегского месторождения Тимано-Печорского региона (фиг. 4). Источниками постоянного магнитного поля являются неодимовые магниты (фиг. 1). Время воздействия составляет от 15 до 25 минут. В результате вязкость тяжелой нефти снижается до  $300\text{-}400 \text{ мм}^2/\text{с}$  (фиг. 5).

Пример 2. Проводится операция по воздействию постоянного магнитного поля на легкую нефть Тэбукского месторождения Тимано-Печорского региона (фиг. 4).

Источниками постоянного магнитного поля являются неодимовые магниты (фиг. 1). Время воздействия составляет от 15 до 25 минут. В результате вязкость тяжелой нефти незначительно увеличивается с 5 до  $7,5 \text{ мм}^2/\text{с}$  (фиг. 5).

Пример 3. Проводится операция по смешению Ярегской и Тэбукской нефтей с

концентрацией тяжелой нефти от 7 до 9%. В результате компаундирования увеличивается выход светлых фракций относительно расчетных значений (фиг. 6).

Пример 4. Проводится операция по ультразвуковому воздействию (фиг. 2) на смесь Ярегской и Тэбукской нефтей с концентрацией намагниченной тяжелой нефти от 7 до 9% (фиг. 3). Время воздействия составляет 20 минут. В результате атмосферной разгонки по ГОСТ 2177-99. «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава» выход светлых фракций увеличивается выход светлых фракций от 5 до 7% (фиг. 7).

#### Формула изобретения

Способ подготовки тяжелой нефти к переработке, включающей эмульгирование нефтепродукта путем интенсивного кавитационного воздействия, отличающийся тем, что до эмульгирования тяжелую нефть обрабатывают в магнитном поле с помощью неодимовых магнитов до снижения вязкости, а затем обработанную нефть смешивают с легкой нефтью до концентрации тяжелой нефти в смеси от 7 до 9%, после чего полученную смесь подвергают кавитационной обработке с последующей атмосферной перегонкой.

20

25

30

35

40

45

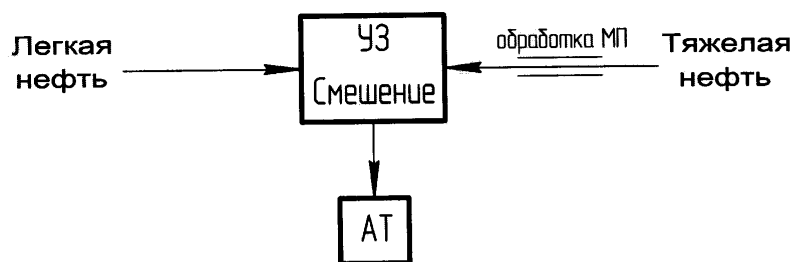
## СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Марка магнита	Остаточная магнитная индукция		Коэрцитивная сила				Выход энергии		Максимальная рабочая температура
	Br, Тл		bHc		iHc		(ВхН) max		
	kG	T	kOe	kA/m	kOe	kA/m	MGOe	kJ/m <sup>3</sup>	°C
N 30	10.8-11.2	1.08-1.12	9.8-10.5	780-836	≥ 12	≥ 955	28-30	223-239	≤ 80 °C

Фиг. 1

напряжение питания, В	220
потребляемая мощность, не более, кВт: - режим нагрева - работа УЗ генератора	4.0 0.8
частота сети питания, Гц	50
диапазон температуры окружающего воздуха, ОС	+10...+35
габаритные размеры, мм, не более: - ванна с установленным УЗ преобразователем - блок управления	535*330*h340 360*340*h145
габариты емкости для воды, мм:	495*295*h200
масса, не более, кг: - блок управления - ванна	10

Фиг. 2



Фиг. 3

Показатель	Ярегская нефть	Тэбукская нефть
Плотность при 20°C	942,6 кг/м <sup>3</sup>	848,6 кг/м <sup>3</sup>
Кинематическая вязкость при 40°C	635,14 мм <sup>2</sup> /с (сСт)	2,091 мм <sup>2</sup> /с (сСт)
Температура застывания	-10°C	2°C
Температура начала кипения	220°C	50°C
Выход светлых фракций	31% об.	64% об.
Содержание серы	1,237% масс.	0,840% масс.
Температура вспышки, закрытый тигель	88°C	-
Содержание хлоридов	61,06 мг/дм <sup>3</sup>	-
Массовая доля механических примесей	0,011	-
Зольность	0,046% масс.	-
Содержание сероводорода	-	0,01 ppm
Содержание метилмеркаптана	-	0,022 ppm
Содержание этилмеркаптана	-	0,061 ppm
Содержание смол	20% масс.	10,8% масс.
Содержание асфальтенов	3,0% масс.	0,5% масс.
Содержание парафинов	0,5% масс.	5,0% масс.

Фиг. 4

Время воздействия магнитным полем	Ярегская нефть		Тэбукская нефть	
	Значение вязкости до воздействия	Значение вязкости после воздействия	Значение вязкости до воздействия	Значение вязкости после воздействия
15 минут	635,14	402,3	5,022	8,305
20 минут	635,14	348,01	5,022	7,204
25 минут	635,14	395,30	5,022	7,954

Фиг. 5

Соотношение нефтей в смеси (тяжелая:легкая нефти)	Выход светлых фракций в результате атмосферной разгонки по ГОСТ 2177-99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава»	
	Расчетное значение	Практическое значение
8:92%	60	62
24:76%	54	54,5
50:50%	48	48,5

Фиг. 6

Время ультразвукового воздействия	Выход светлых фракций в результате атмосферной разгонки по ГОСТ 2177-99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава»	
	До воздействия	После воздействия
15 минут	62	64
20 минут	62	67
25 минут	62	64,5

Фиг. 7