

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201800338** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2019.11.29

(51) Int. Cl. *E21B 43/243* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.05.18

(54) **СПОСОБ ТЕРМОГАЗОВОЙ ОБРАБОТКИ ПЛАСТА**

(96) 2018/026 (AZ) 2018.05.18

(71) Заявитель:
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
НЕФТИ И ГАЗА (НИПИИГ) (AZ)**

(72) Изобретатель:
**Исмаилов Фахреддин Сагтар оглы,
Сулейманов Багир Алекпер оглы
(AZ), Шан Лианженг (CN), Жанг
Джилин (US), Жанг Янг (CN),
Мухтанов Бакытжан Маратович (KZ)**

(57) Изобретение относится к нефтяной промышленности, в частности к способам добычи нефти с помощью внутрипластового горения. Задачей изобретения является повышение эффективности термогазовой обработки за счет повышения охвата пласта внутрипластовым горением и создания условий, обеспечивающих взрывобезопасность. Поставленная задача решается тем, что в способе термогазовой обработки пласта, включающем закачку в пласт через добывающую скважину воздуха, закачку инертного газа и воды с последующим отбором через нее нефти, при пластовой температуре не менее 70°C объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10%, при этом закачку инертного газа - азота, или углекислого газа, или дымовых газов - осуществляют одновременно с воздухом, а после воспламенения пласта попеременно со смесью воздуха с инертным газом закачивают воду или воду с добавкой пенообразующего ПАВ. В качестве пенообразующего ПАВ используют сульфанол, или простой полуэфир на основе глицерина, или простой полуэфир на основе этиленгликоля.

A1

201800338

201800338

A1

Способ термогазовой обработки пласта

МПК E21B 43/243

Изобретение относится к нефтяной промышленности, в частности к способам добычи нефти с помощью внутрипластового горения.

Известен способ термического воздействия на пласт путем создания внутрипластового движущегося очага горения с применением воздуха в качестве окислителя, при этом в закачиваемый в пласт воздух добавляют трифторид азота [1].

Недостатком способа является необходимость соблюдения дополнительных мер безопасности против взрывов.

Известен способ разработки нефтяной залежи, включающий создание в пласте зоны внутрипластового горения путем закачки в пласт через нагнетательные скважины окислителя и воды, и отбор нефти через добывающие скважины [2].

Недостатком способа является низкая скорость продвижения фронта горения в малопроницаемые зоны и увеличения охвата пласта процессом. Кроме того, при термогазовой обработке возможен прорыв свободного кислорода в добывающие скважины, что может привести к взрыву.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является способ термогазовой обработки пласта путем закачки в пласт через добывающую скважину окислителя, закачку в скважину охлаждающего флюида, причем объем закачки охлаждающего флюида определяют из условия не превышения максимальной температуры на забое скважины в период отбора нефти 100-180°C, при этом закачку охлаждающего флюида осуществляют сразу после окончания закачки необходимого объема окислителя или до окончания его закачки, в качестве охлаждающего флюида используют воду, щелочной, гелеобразующий или кислотный раствор, нефть, газ, содержащий окислитель, инертный газ, раствор химреагента, разлагающийся при нагреве с выделением инертного

газа, и др., в качестве инертного газа используют азот, двуокись углерода, дымовые газы, гелий [3].

Недостатком известного способа является то, что после закачки воздуха при определенных условиях, когда невозможно контролировать концентрацию кислорода в воздухе, возможно возникновение взрывоопасной ситуации. Данный способ не эффективен и при использовании его для регулирования процесса обработки. Закачка нерегулируемого количества воздуха ухудшает условия вытеснения нефти и обуславливает снижение нефтеотдачи.

Задачей изобретения является повышение эффективности термогазовой обработки за счет повышения охвата пласта внутрипластовым горением и создания условий, обеспечивающих взрывобезопасность.

Поставленная задача решается тем, что в способе термогазовой обработки пласта, включающем закачку в пласт через добывающую скважину воздуха, закачку инертного газа и воды с последующим отбором через нее нефти, при пластовой температуре не менее 70⁰С объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10 % , при этом закачку инертного газа - азота, или углекислого газа, или дымовых газов осуществляют одновременно с воздухом, а после воспламенения пласта попеременно со смесью воздуха с инертным газом закачивают воду или воду с добавкой пенообразующего ПАВ.

В качестве пенообразующего ПАВ используют сульфанол, или простой полуэфир на основе глицерина, или простой полуэфир на основе этиленгликоля.

Сущность изобретения заключается в том, что для повышения эффективности термогазовой обработки по прототипу регулируют объем закачиваемого охлаждающего флюида. В известном способе рассматривают максимальную температуру на забое скважины в период добычи, при этом закачку охлаждающего флюида осуществляют сразу после окончания

закачки необходимого объема окислителя – воздуха или до окончания его закачки. В отличие от прототипа, в предлагаемом способе для регулирования содержания кислорода в газовой смеси закачку инертного газа осуществляют одновременно с воздухом при пластовой температуре не менее 70. При этом закачиваемый одновременно с воздухом инертный газ регулируют для поддержания содержания кислорода в газовой смеси не выше 10%. Соблюдение содержания кислорода в газовой смеси не выше 10 % позволяет исключить возможность возникновения взрывов, выравниванию фронта вытеснения в неоднородном коллекторе.

Для этого в пласте инициируют процесс внутривластового горения путем закачки воздуха и инертного газа и создания в пласте перемещающейся зоны окислительных (экзотермических) реакций. Это позволяет уменьшить вязкость и увеличить подвижность остаточной нефти и облегчить процесс ее извлечения. С целью увеличения охвата пласта воздействием и улучшения процесса теплопередачи поочередно со смесью воздуха и инертного газа в скважину закачивается водный раствор пенообразующего ПАВ. В качестве пенообразующих ПАВ используют сульфанол, или простой полуэфир, получаемый алкоголятной полимеризацией окисей этилена и пропилена с глицерином (ТУ 2226-015-10488057-94), или простой полуэфир, получаемый алкоголятной полимеризацией окисей этилена и пропилена с этиленгликолем (ТУ 2226-039-05766801-2000). Образованный пенный раствор закупоривает зоны высокой проницаемости и способствует вовлечению в разработку и увеличению охватом очагом горения нефтенасыщенных низкопроницаемых участков.

Предложенный способ в промышленных условиях осуществляют следующим образом:

После определения целостности нагнетательной скважины в нее осуществляют закачку смеси воздуха и инертного газа с расходом 800 м³/ч. Объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10 % - ов. После установления

и распространения зоны горения в пласт закачивают оторочку водного раствора пенообразующего ПАВ в размере 0,02 % от объема пор пласта. Образование в пластовых условиях пены и закупорка высокопроницаемых участков способствует продвижению очага горения в следующем цикле в малопроницаемые зоны и увеличению охвата пласта процессом. Циклическую закачку воздуха, инертного газа, воды и водного раствора пенообразующего ПАВ продолжают до достаточного разогрева пласта до добывающих скважин.

Для подтверждения эффективности предложенного способа проводились исследования на линейных моделях пласта.

В линейной модели пласта создавалась слоистая пористая среда, где проницаемость низкопроницаемого пласта составляла $0,25 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$, высокопроницаемого $2,5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$. Длина линейной модели пласта - 0,8м, внутренний диаметр - 0,04 м. Модель заполнялась пористой средой, состоящей из кварцевого песка различной фракции. В пористой среде создают начальную нефтенасыщенность и остаточную водонасыщенность. В экспериментальных исследованиях использовалась вязкая нефть, плотностью 950 кг/м^3 и вязкостью $130 \text{ мПа} \cdot \text{с}$. Затем нефть вытеснялась пластовой водой. Исследования проводились при термостатировании $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Для инициирования процесса горения в модель закачивали смесь воздуха с азотом, при этом расход смеси поддерживали около 250 м^3 газа на 1 м^3 породы, модель закрывали на 24 часа. Объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10 %. После истечения этого времени в модель закачивали воду или оторочку 5 % водного раствора пенообразующего ПАВ. Водный раствор пенообразующего ПАВ увеличивает охват пласта вытеснением за счет закупоривания высокопроницаемых участков. Затем проводили второй цикл внутрипластового горения. Во втором цикле в результате закупорки высокопроницаемых участков образовавшейся пеной, закачанная смесь газов не будет прорываться по ним, а в процесс будут вовлечены

низкопроницаемые участки. За счет этого в последующих циклах уменьшится удельный расход смеси воздуха с инертным газом. После проведения обработки в модель закачивали пластовую воду и определяли прирост коэффициента нефтевытеснения. Результаты экспериментов показаны в Таблице 1.

Таблица 1

№ опыта	Коэффициент нефтевытеснения до закачки реагентов, д. ед.	Проведение закачки реагентов	Коэффициент нефтевытеснения после закачки реагентов, д. ед.	Прирост коэффициента нефтевытеснения, %
1	0,56	Смесь воздуха с азотом + вода + смесь воздуха с азотом	0,734	17,4
2	0,55	Смесь воздуха с углекислым газом + вода + смесь воздуха с углекислым газом	0,724	17,4
3	0,56	Смесь воздуха с дымовым газом + вода + смесь воздуха с дымовым газом	0,732	17,2
4	0,55	Смесь воздуха с азотом + раствор сульфанола + смесь воздуха с азотом	0,735	18,5
5	0,54	Смесь воздуха с углекислым газом + раствор сульфанола + смесь воздуха с углекислым газом	0,727	18,7
6	0,54	Смесь воздуха с дымовым газом + раствор сульфанола + смесь воздуха с дымовым газом	0,723	18,3
7	0,55	Смесь воздуха с азотом + раствор простого полуэфира на основе глицерина + смесь воздуха с азотом	0,740	19,0
8	0,54	Смесь воздуха с углекислым газом + раствор простого полуэфира на основе глицерина + смесь воздуха с углекислым газом	0,736	19,6
9	0,56	Смесь воздуха с дымовым газом + раствор простого полуэфира на основе глицерина + смесь воздуха с дымовым газом	0,748	18,8
10	0,55	Смесь воздуха с азотом + раствор простого полуэфира на основе этиленгликоля + смесь воздуха с	0,742	19,2

		азотом		
11	0,56	Смесь воздуха с углекислым газом+раствор простого полуэфира на основе этиленгликоля + смесь воздуха с углекислым газом	0,755	19,5
12	0,54	Смесь воздуха с дымовым газом+раствор простого полуэфира на основе этиленгликоля + смесь воздуха с дымовым газом	0,73	19,0
13	0,55	По прототипу	0,621	7,1

Экспериментальные исследования проводились с использованием в качестве инертных газов азота, или углекислого газа, или дымовых газов, а в качестве пенообразующих ПАВ сульфанол, или простой полуэфир, получаемый алкоголятной полимеризацией окисей этилена и пропилена с глицерином, или простой полуэфир, получаемый алкоголятной полимеризацией окисей этилена и пропилена с этиленгликолем. Для сравнения проводились исследования по прототипу при закачке в модель воздуха, инертного газа и воды (не соблюдая условие: определять объем закачиваемого инертного газа при не превышении содержания кислорода в газовой смеси более 10 %)

Как видно из таблицы, при применении предложенного способа термогазовой обработки прирост коэффициента нефтевытеснения увеличивается до 19,6 %, а по прототипу значение прироста коэффициента нефтевытеснения составляет 7,1 %.

Пример 2. Глубина залегания пласта составляет 2100 м, эффективная мощность 15 м. Коллектор сложен терригенными породами, пористость пород коллектора составляет 19 %, проницаемость - 0,1 мкм². Пластовая температура 90 °С, пластовое давление 15 МПа. Плотность нефти в пластовых условиях составляет 869 кг/м³, вязкость в пластовых условиях – 58 мПа · с. В скважину, выбранную под нагнетание в течение месяца с темпом 20000 м³/сут закачали воздуха вместе с азотом (при этом объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10 %). Затем закачивают оторочку воды с добавкой простого полуэфира на основе глицерина в

объеме 0,02 % от объема пор пласта с темпом закачки 80 м³/сут. После этого чередующиеся циклы закачки газов и водного раствора пенообразующего ПАВ повторяются 3 раза. Прирост добычи нефти, полученный по 12 - ти реагирующим скважинам в течение года составил 8924 тонны нефти.

Литература

1. Авторское Свидетельство СССР 407034, , E21B 43/24, 1974 г.
2. Патент RU 2109133, E21B 43/243, 1998 г.
3. Патент RU 2433258, E21B 43/243, 2001

Заместитель директора



Б.Сулейманов

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ термогазовой обработки пласта, включающий закачку в пласт через добывающую скважину воздуха, закачку инертного газа и воды с последующим отбором через нее нефти, отличающийся тем, что при пластовой температуре не менее 70⁰С объем закачиваемого инертного газа определяют из условия не превышения содержания кислорода в газовой смеси более 10 %, при этом закачку инертного газа - азота, или углекислого газа, или дымовых газов осуществляют одновременно с воздухом, а после воспламенения пласта попеременно со смесью воздуха с инертным газом закачивают воду или воду с добавкой пенообразующего ПАВ.

2. Способ термогазовой обработки пласта по п.1, отличающийся тем, что в качестве пенообразующего ПАВ используют сульфанол, или простой полуэфир на основе глицерина, или простой полуэфир на основе этиленгликоля.

Заместитель директора



Б.Сулейманов

ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

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

Номер евразийской заявки:

201800338

Дата подачи: 18 мая 2018 (18.05.2018)		Дата испрашиваемого приоритета:	
Название изобретения: Способ термогазовой обработки пласта			
Заявитель: НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА (НИПИИГ)			
<input type="checkbox"/> Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа) <input type="checkbox"/> Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:			
МПК: E21B 43/243 (2006.01)		СПК: A21B 43/243 (2013.01)	
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК) E21B 36/00, 43/00, 43/16, 43/24-43/243			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ			
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей		Относится к пункту №
A, D	RU 2433258 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.П. КРЫЛОВА") 10.11.2011		1-2
A	RU 2386801 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТАТНЕФТЬ" ИМ. В.Д. ШАШИНА) 20.04.2010		1-2
A	US 4415031 C1(MOBIL OIL CORPORATION) 15.11.1983		1-2
A	CN 106677751 A (ZHONGRONG ENERGY TECH GROUP CO LTD) 17.05.2017		1-2
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы В			
<input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении			
* Особые категории ссылочных документов:			
"А" документ, определяющий общий уровень техники		"I" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения	
"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее		"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности	
"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.		"У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории	
"Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета		"&" документ, являющийся патентом-аналогом	
"D" документ, приведенный в евразийской заявке		"L" документ, приведенный в других целях	
Дата действительного завершения патентного поиска:		22 ноября 2018 (22.11.2018)	
Наименование и адрес Международного поискового органа:		Уполномоченное лицо :	
Федеральный институт промышленной собственности			
РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Л. Н. Губченко	
		Телефон № (499) 240-25-91	