



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 15/08 (2019.05); E21B 49/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2017146700, 28.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2017

Дата регистрации:
22.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2017

(43) Дата публикации заявки: 01.07.2019 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 22.07.2019 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

420008, Респ. Татарстан, г. Казань, ул.
Кремлевская, 18, стр. патентно-лицензионный
отдел, Назмиеву Ильдару Анасовичу

(72) Автор(ы):

Грачев Андрей Николаевич (RU),
Варфоломеев Михаил Алексеевич (RU),
Нургалиев Данис Карлович (RU),
Забелкин Сергей Андреевич (RU),
Судаков Владислав Анатольевич (RU),
Амерханов Марат Инкилапович (RU),
Лябипов Марат Расимович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Казанский (Приволжский)
федеральный университет" (ФГАОУ ВО
КФУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: ЮШКОВ И.Р. и др. Разработка и
эксплуатация нефтяных и газовых
месторождений. Изд-во Пермского
национального исследовательского
политехнического ун-та, 2013, с. 20-21, 92-93.
RU 2504654 C1, 20.01.2014. RU 2343281 C1,
10.01.2009. CN 104806231 A, 29.07.2015. CN
205154123 U, 13.04.2016. МАЛЮКОВ В.П. и
др. Инновационные технологии
интенсификации (см. прод.)

(54) Способ лабораторного определения коэффициента извлечения нефти с использованием технологий закачки пара

(57) Реферат:

Изобретение относится к исследованию коэффициента извлечения нефти в лабораторных условиях на основе данных, полученных при анализе образцов керна из месторождения, при использовании процесса парового дренажа. Способ заключается в лабораторном определении коэффициента извлечения нефти при вытеснении нефти водой. При этом образец керна изготавливают из модельной смеси, содержание нефти в которой соответствует керну,

полученному при бурении залежи, по длине образца создают перепад давления, к одному торцу образца керна подают водяной пар, с другого торца образца керна осуществляют отбор жидкости, коэффициент извлечения нефти рассчитывают как отношение массы нефти в выделившейся жидкости к массе нефти, находившейся в образце керна. Достигается повышение надежности и упрощение определения. 1 ил.

(56) (продолжение):

добычи нефти из неоднородных пластов на месторождениях сверхвязких нефтей Татарстана. Вестник РУДН, серия Инженерные исследования, 2015, N 3, с.102-105.

R U 2 6 9 5 1 3 4 C 2

R U 2 6 9 5 1 3 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01N 15/08 (2006.01)
E21B 49/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 15/08 (2019.05); E21B 49/00 (2019.05)

(21)(22) Application: **2017146700, 28.12.2017**

(24) Effective date for property rights:
28.12.2017

Registration date:
22.07.2019

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2017**

(43) Application published: **01.07.2019 Bull. № 19**

(45) Date of publication: **22.07.2019 Bull. № 21**

Mail address:
**420008, Resp. Tatarstan, g. Kazan, ul.
Kremlevskaya, 18, str. patentno-litsenzyonnyj otdel,
Nazmievu Ildaru Anasovichu**

(72) Inventor(s):

**Grachev Andrej Nikolaevich (RU),
Varfolomeev Mikhail Alekseevich (RU),
Nurgaliev Danis Karlovich (RU),
Zabelkin Sergej Andreevich (RU),
Sudakov Vladislav Anatolevich (RU),
Amerkhanov Marat Inkilapovich (RU),
Lyabipov Marat Rasimovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Kazanskiy (Privolzhskiy)
federalnyj universitet" (FGAOU VO KFU) (RU)**

(54) **METHOD FOR LABORATORY DETERMINATION OF OIL RECOVERY COEFFICIENT USING STEAM INJECTION TECHNOLOGIES**

(57) Abstract:

FIELD: oil industry.

SUBSTANCE: invention relates to analysis of oil recovery factor in laboratory conditions based on data obtained during analysis of core samples from deposit, using steam drainage process. Proposed method consists in laboratory determination of oil recovery coefficient at oil displacement by water. Core sample is made from a model mixture, the oil content of which corresponds to the core obtained during drilling of the deposit, a

pressure drop is created along the sample length, water vapour is supplied to one end of the core sample, water is sampled from the other end of the core sample, the oil recovery coefficient is calculated as the ratio of the weight of oil in the released liquid to the weight of oil in the core sample.

EFFECT: higher reliability and simplification of determination.

1 cl, 1 dwg

**C 2
4
1
3
4
2
6
9
5
1
3
4
R U**

**R U
2
6
9
5
1
3
4
C 2**

Изобретение относится к исследованию коэффициента извлечения нефти в лабораторных условиях на основе данных, полученных при анализе образцов керна из месторождения, при использовании процесса парового дренажа. Более детально – изобретение предназначено для лабораторного определения коэффициента извлечения нефти (далее - КИН) из образца нефтесодержащей породы, моделирующего состав и свойства подземного месторождения и имеющего известное содержание компонентов, при подаче на него потока водяного пара под давлением, сборе выделившейся жидкости и последующем анализе компонентного состава жидкости. Изобретение позволяет проводить исследования как на основе исследования образцов керна, полученных непосредственно из месторождения, так и на основе данных о составе породы, полученных методами моделирования, расчёта и т.п.

Как известно из исследованного уровня техники на дату представления заявленного технического решения, проблема определения коэффициента извлечения нефти (КИН) является одной из основных при проектировании и эксплуатации нефтесодержащих месторождений.

Заявителем выявлен ряд способов и устройств, используемых для определения КИН в лабораторных условиях. В рамках данного изобретения особое внимание уделяется определению КИН на образцах, представляющих состав месторождения по данным геологоразведки и моделирования.

Далее заявителем приведен анализ уровня техники в заявленной области техники, при этом в силу вышеуказанного заявителем не приводятся аналоги устройств и способов, применяемых для реализации указанных задач в полевых условиях.

Из исследованного уровня техники заявителем выявлено техническое решение, описанное в изобретении по патенту РФ № RU 2504654 «Способ определения коэффициента извлечения нефти при нелинейной фильтрации».

Сущностью известного технического решения является способ определения коэффициента извлечения нефти при нелинейной фильтрации, включающий лабораторные и геофизические исследования фильтрационно-емкостных свойств горной породы, в том числе коэффициентов пористости, проницаемости, нефтенасыщенности и вытеснения нефти, определение поля градиентов давления по площади залежи, отличающийся тем, что коллекторские и фильтрационно-емкостные свойства определяются в расширенном диапазоне давления и линейной скорости соответственно до $1 \cdot 10^{-4}$ МПа/м и $1 \cdot 10^{-4}$ м/сутки, на базе полученных данных и результатов ГИС определяется статистическая поровая гидродинамическая и энергетическая структура горной породы залежи, в том числе подвижных (извлекаемых) запасов углеводородов в поле градиентов давления, а КИН рассчитывается как доля порового объема залежи с подвижными запасами углеводородов (нефти) в поле градиентов давления среднестатистического участка, приходящегося на одну добывающую скважину, имеющего среднестатистические параметры ФЕС горной породы залежи с типовым полем градиентов давления рассматриваемой технологической схемы разработки.

Недостатком известного технического решения является большой объём исследований, необходимых для определения коллекторских и фильтрационно-емкостных свойств в широком диапазоне перепадов давления и линейной скорости фильтрации, что является весьма трудоёмким, продолжительным во времени и, как следствие, обладает низкой эффективностью при использовании по назначению.

Из исследованного уровня техники заявителем выявлено техническое решение, выбранное заявителем в качестве прототипа, описанное в статье А.В. Юрьева, В.Е. Шулева «Определение коэффициента вытеснения нефти водой на образцах

полноразмерного керна», опубликованной в журнале «Arctic Environmental Research», № 2, 2015, стр. 28-34.

5 Сущностью известного технического решения является подача воды под давлением в образец керна с последующим сбором выходящей жидкости. Первоначально проводится определение пористости и проницаемости образца по воде. На основе данных о количестве выделившейся нефти и исходном содержании нефти в образце определяется КИН.

10 Недостатком известного технического решения является то, что оно не позволяет проводить исследования для образцов керна, содержащих нефть, не вытесняемую водой в жидкой фазе. К таким нефтям может относиться тяжёлая нефть, содержащая большое количество асфальтенов.

Целью и техническим результатом заявленного технического решения является:

- разработка способа определения КИН на основе минимальных данных о свойствах залежи;
- 15 - уменьшение времени на определение;
- обеспечение возможности применения, в том числе, тяжёлой нефти;
- обеспечение возможности определения изменения КИН в процессе эксперимента.

Сущностью заявленного технического решения является способ определения коэффициента извлечения нефти, заключающийся в лабораторном определении 20 коэффициента извлечения нефти при вытеснении нефти водой, характеризующийся тем, что образец керна изготавливают из модельной смеси, содержание нефти в которой соответствует керну, полученному при бурении залежи, по длине образца создают перепад давления, к одному торцу образца керна подают водяной пар, с другого торца образца керна осуществляют отбор жидкости, коэффициент извлечения нефти 25 рассчитывают как отношение массы нефти в выделившейся жидкости к массе нефти, находившейся в образце керна.

Заявленное техническое решение иллюстрируется Фиг.

30 На Фиг. представлена принципиальная схема устройства, поясняющая осуществление эксперимента по лабораторному определению коэффициента извлечения нефти с использованием технологий закачки пара.

Устройство для реализации заявленного способа состоит из следующих конструктивных элементов:

- 1 - ёмкость подачи воды;
- 2 - парогенератор;
- 35 3 - устройство удерживания керна;
- 4 - образец керна;
- 5 - приёмник жидкости;
- 6 - источник инертного газа под давлением;
- К1 – кран 1;
- 40 К2 – кран 2;
- Н - насос.

Ниже приведено более подробное разъяснение заявленных целей и технического результата.

45 Минимальные данные, необходимые для проведения определения КИН, которые включают в себя тип нефти, тип минерального материала, среднее содержание нефти в породе. При этом подготовка керна осуществляется из модельной смеси, которая включает в себя любые виды нефти.

Данный подход позволяет проводить отбор жидкости и замер содержания нефти в

ней как непрерывно, так и дискретно с заданными промежутками по времени, по массе жидкости или по другим параметрам. Так как значение нефти, изначально помещённое в образец керна, известно, то возможно определение КИН в процессе эксперимента без его прерывания. При этом возможно определение оптимальных значений расхода пара, которые будут соответствовать максимальному значению содержания нефти в выделяющейся жидкости.

Кроме того, такой подход позволяет определить удельные затраты пара при определённых тепловых сведениях. Для этого в ходе эксперимента осуществляется фиксация отношения выхода смеси воды и нефти к начальному содержанию нефти в образце. В результате по полученной зависимости данного отношения от времени будет возможно определить оптимальный объём пара, подача которого приведёт к получению смеси с наибольшим содержанием нефти.

Способ реализуется по следующей последовательности (алгоритму) действий:

1. Определение содержания нефти и минерального материала в образцах керна, полученных из залежи, либо получение этих данных другими способами;
2. Создание модельной смеси компонентов, соответствующей требуемому составу;
3. Создание модели керна путём запрессовки определённой массы модельной смеси в аппарат, позволяющий подавать в него водяной пар с заданным давлением, отбирать жидкость, выделяющуюся из образца керна, а также создавать перепад давления между двумя торцами керна.

4. Проведение лабораторного эксперимента с заданными значениями давлений на двух торцах керна, скорости подачи и температуры водяного пара, температуры охлаждения выделяющейся жидкости и паров.

5. Определение содержания нефти в полученной жидкости известными методами, в частном случае, центрифугированием.

6. Расчёт коэффициента извлечения нефти как отношения нефти в полученной жидкости к массе нефти, изначально помещённой в керн.

Устройство для реализации заявленного способа работает следующим образом.

Берут образец керна 4 (см. Фиг) с известным содержанием нефти помещается в устройство 3, позволяющее подавать пар с одного торца керна и отводить выделяющуюся жидкость с другого торца, не допуская прохождение пара иным способом, кроме как через керн.

Водяной пар подготавливается в парогенераторе 2, в который (парогенератор) насосом Н подаётся вода из ёмкости 1. Выделившаяся жидкость из устройства 3 поступает в приёмник 5. Перепад давления на входе и на выходе из керна 4, может регулироваться при необходимости, при этом указанный перепад давления между ними организуются источником инертного газа под давлением 6.

Пример конкретного осуществления заявленного технического решения:

Исходные данные:

1. Массовое содержание нефти в керне, полученном при бурении залежи – 9,98%;
2. Масса нефти в образце керна – 862,2 г;
3. Масса керна – 8641,6 г;
4. Требуемый перепад давления по длине керна – 10,3 кгс/см²;
5. Температура нагревателя парогенератора – 300 °С;
6. Температура водяного пара – 180 °С;
7. Объёмный расход водяного пара – 30 см³/с.

В результате эксперимента, проведенного по описанному выше алгоритму действий, были получены следующие значения:

1. Продолжительность эксперимента – 22,2 ч.;
2. Общая масса выделившейся жидкости – 8744,47 г;
3. Масса нефти, содержащейся в выделившейся жидкости – 722,5 г;
4. Значение КИН – 83,8%.

5 В результате вышеизложенного можно сделать вывод, что заявителем достигнуты заявленные цели и технический результат, а именно:

- разработан способ определения КИН на основе минимальных данных о свойствах залежи,

- уменьшено время на определение,

10 - обеспечена возможность применения, в том числе, тяжёлой нефти,

- обеспечена возможность определения изменения КИН в процессе эксперимента.

Заявленное техническое решение соответствует критерию «новизна», предъявляемому к изобретениям, т.к. из исследованного уровня техники заявителем не выявлено технических решений, имеющих заявленную совокупность признаков.

15 Заявленное техническое решение соответствует критерию «изобретательский уровень», предъявляемому к изобретениям, так как не является очевидным для специалиста в анализируемой области техники.

Заявленное техническое решение соответствует критерию «промышленная применимость», предъявляемому к изобретениям, т.к. может быть реализовано на

20 любом специализированном предприятии с использованием стандартного оборудования, известных отечественных материалов и технологий.

(57) Формула изобретения

Способ определения коэффициента извлечения нефти, заключающийся в
25 лабораторном определении коэффициента извлечения нефти при вытеснении нефти водой, отличающийся тем, что образец керна изготавливают из модельной смеси, содержание нефти в которой соответствует керну, полученному при бурении залежи, по длине образца создают перепад давления, к одному торцу образца керна подают
водяной пар, с другого торца образца керна осуществляют отбор жидкости, коэффициент
30 извлечения нефти рассчитывают как отношение массы нефти в выделившейся жидкости к массе нефти, находившейся в образце керна.

35

40

45

