



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006108038/03, 14.03.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.03.2006

(45) Опубликовано: 20.12.2007 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2004120682 A, 10.01.2006. RU
2143554 C1, 27.12.1999. RU 2055979 C1,
10.03.1996. RU 2136859 C1, 10.09.1999. RU
2059801 C1, 10.05.1996. US 2670801 A,
02.03.1954. US 4884634 A, 05.12.1989.

Адрес для переписки:

152918, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул.
Горького, 59, кв.7, В.С.Никитину

(72) Автор(ы):

Никитин Владимир Степанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Никитин Владимир Степанович (RU)

(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности и может быть использовано для повышения дебита малопродуктивных скважин и разработки нефтяных залежей с высоковязкой нефтью. Обеспечивает снижение вязкости нефти, уменьшение скорости образования парафиновых и асфальтеновых отложений в скважине и трубопроводах, длительное и непрерывное воздействие на нефтеносный пласт без остановки добычи и без демонтажа скважины в течение всего времени эксплуатации, постоянное улучшение параметров скважины и повышение пропускной способности пласта. Способ заключается в одновременном ультразвуковом и тепловом воздействии на призабойную зону пласта. Для этого мощное ультразвуковое излучение с

наземной части скважины 4 направляется по обсадным трубам 5 скважины 6 как по волноводу к приемной части скважины 7, где оно рассеивается перфорацией обсадной трубы 8 и торцевой частью скважины 9, частично превращаясь в тепло, а частично излучаясь в призабойную зону 2. Удельная мощность ультразвука, подаваемого в обсадную трубу 8 как в волновод, выбирается в пределах от 0,1 до 10 кВт/см². Воздействие осуществляется в процессе добычи нефти без демонтажа и остановки скважины. Устройство для осуществления способа состоит из генератора электрических колебаний 12 и магнитоотрицательного преобразователя 13, который конструктивно выполнен в виде насадки на обсадной трубе в наземной части скважины. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
E21B 43/16 (2006.01)
E21B 28/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006108038/03, 14.03.2006**

(24) Effective date for property rights: **14.03.2006**

(45) Date of publication: **20.12.2007 Bull. 35**

Mail address:
**152918, Jaroslavskaja obl., g. Rybinsk, ul.
Gor'kogo, 59, kv.7, V.S.Nikitinu**

(72) Inventor(s):
Nikitin Vladimir Stepanovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Nikitin Vladimir Stepanovich (RU)

(54) **METHOD AND DEVICE FOR OIL RECOVERY INCREASE**

(57) Abstract:

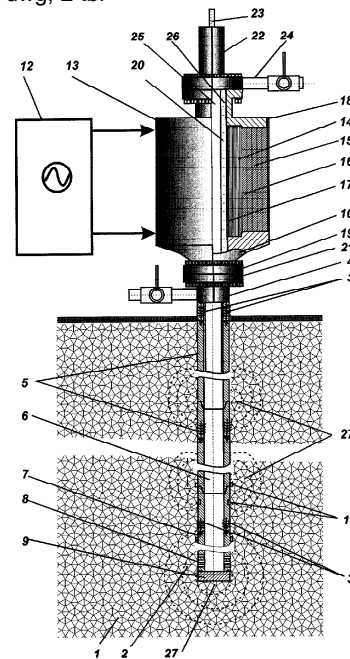
FIELD: oil and gas industry, particularly to increase marginal well production and to develop highly-viscous oil fields.

SUBSTANCE: method involves simultaneously applying ultrasound and heat to bottomhole formation zone by directing high-power ultrasonic radiation from land-based well part 4 to receiving well part 7 via casing pipes 5 of well 6 used as waveguide; scattering the radiation by casing pipe 8 perforation and well end 9 so that the radiation is partly converted into heat and partly emitted in bottomhole formation zone 2. Specific ultrasound power to be supplied in casing pipe 8 is within 0.1-10 kW/cm². Said action is applied during oil production without well disassembling and stoppage. Device for the method realization comprises electric oscillation generator 12 and magnetostrictor 13 made as nozzle put on casing pipe and arranged in land-based well part.

EFFECT: decreased oil viscosity, reduced paraffin and asphalt deposits in well and pipelines, extended and continuous action on oil bearing reservoir without oil production breakage and well disassembling for all operational time,

improved well parameters and increased reservoir throughput.

6 cl, 1 dwg, 2 tbl



RU 2 3 1 2 9 8 0 C 1

RU 2 3 1 2 9 8 0 C 1

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности, может быть использовано для повышения нефтеотдачи, дебита малопродуктивных скважин и для реабилитации скважин, считающихся неперспективными, а также для разработки нефтяных залежей с высоковязкой нефтью.

5 Известны способы акустической обработки, основанные на возбуждении акустических колебаний в продуктивной зоне пласта скважинными излучателями, эффективность действия которых достигается размещением излучателя вблизи зоны обработки [1, 3, 4].

Способы электрогидравлического, ударного, взрывного и гидродинамического воздействия инициируют, главным образом, низкочастотные акустические колебания [5],
10 которые могут воздействовать на продуктивный пласт, обеспечивая повышение пластового давления и вовлечение в работу застойных зон пласта. Наибольшая эффективность акустического воздействия достигается, если частоты воздействия близки к доминантным частотам, определяемым геофизическими характеристиками пласта и лежащими в низкочастотной области [6].

15 Перечисленные выше способы акустического воздействия осуществляются с помощью взрывных, гидродинамических и иных излучателей импульсного типа.

Известно, что ультразвук способствует снижению вязкости нефти в пласте от 10 до 80%, что также способствует увеличению миграции флюидов в порах и трещинах пласта [7]. Патент США №2670801 раскрывает использование звуковых и ультразвуковых волн для
20 увеличения добычи и производства сырой нефти в нефтеносных пластах. Используются звуковые и ультразвуковые колебания вместе с вторичными процессами добычи, которые используют вытесняющие текучие среды как при нагнетании воды или нагнетании газа, или аналогичных текучих сред, посредством которых эффективность вытесняющей текучей среды, используемой для извлечения остающейся в пласте нефти, повышается.

25 Известны также способы обработки призабойной зоны нефтяных скважин и устройства для их осуществления по патентам РФ №2055979 и 2136859, включающие остановку скважины, закачку жидкости, установку в скважине акустического излучателя и при циклическом перемещении излучателя воздействие на призабойную зону ультразвуковым полем. Затем акустический излучатель извлекается на поверхность, и скважина
30 запускается в работу.

Недостатком этих способов является необходимость остановки процесса добычи, выполнения дополнительных спускоподъемных операций, относительно малая длительность воздействия и незначительное повышение эффективности воздействия на пласт и его нефтеотдачи.

35 Известен способ по патенту RU №2059801, по которому размещают виброисточники в скважинах, возбуждают упругие колебания в выбранном диапазоне частот в совокупности с нагнетанием в породы пласта разупрочняющих растворов и теплоносителя, а также производят вибровоздействия. Виброисточником является часть обсадной трубы, на которую нанесен слой редкоземельного элемента, обладающего «гигантской»
40 магнитострикцией. Подавая напряжение от источника на слой редкоземельного элемента, возбуждают в нем электромагнитные колебания. Этот способ не нашел практического применения.

Известен способ добычи нефти по патенту США №4417621, по которому добыча нефти ведется путем закачки газообразного флюида, такого как двуокись углерода, с
45 одновременным воздействием передающимися через нефтесодержащую породу вибрациями в диапазоне сейсмических частот. Недостатком способа является неэффективность заявленного способа возбуждения колебаний в пласте.

Патент США №3141099 представляет устройство, которое устанавливается в забое скважины и используется для нагревания части участка скважины посредством
50 диэлектрического или дугового нагрева. Патент США №3378074 относится к звуковому вибратору, который должен устанавливаться внутри скважины, чтобы подвергать ее воздействию только звуковой энергии. Этот способ должен способствовать снижению гидравлического сопротивления пласта.

Патент США №4049053 раскрывает различные низкочастотные вибраторы для установки в скважинах, которые приводятся в действие гидравлически расположенным на поверхности оборудованием. Патент США №4558737 раскрывает располагаемое в забое ствола скважины термоакустическое устройство, включающее нагреватель, соединенный с
5 вибрирующим телом. Замысел состоит в том, что зона скважины должна нагреваться и вибрация нагревающего устройства может активизировать нефть в этой зоне, повышая таким образом удельную теплопроводность. Патент СССР №832072 раскрывает вибрирующее нагревательное устройство, установленное внутри скважины, посредством которого вибрации способствуют повышению удельной теплопроводности. Патенты СССР
10 №1127642 и №1039581 раскрывают различные вибраторы, которые должны устанавливаться в скважине.

Известен способ извлечения среды из капиллярно-пористой формации по патенту RU №2063508, по которому колебания на объект передаются или через капиллярно-пористую формацию или через закачиваемый флюид. Например, если необходимо воздействовать
15 колебаниями на нефтяную залежь, то используют источник сейсмических колебаний, устанавливаемый на поверхности земли над месторождением. Для извлечения газового конденсата в скважину помещают источник колебаний электродинамического типа, а над пластом на поверхности земли устанавливают два дебалансных виброисточника сейсмических колебаний и электромагнитный молот. В процессе заводнения
20 газоконденсатной залежи по волноводам, имеющим концентраторы, в зону газоводяного контакта передают колебания от импульсных источников колебаний. Колебания передают по волноводу, имеющему концентратор в зоне воздействия. При этом воздействие колебаниями сопровождаются тепловым воздействием путем закачки флюида, изменяя его температуру, или путем горения.

Недостатком способа является малая эффективность сейсмического, акустического и ультразвукового излучения при установке генераторов на поверхности земли вследствие его сильного поглощения в ближней зоне (ультразвук) или рассеяния (сейсмические колебания). При установке излучателя внутри скважины колебания тоже не эффективно воздействуют на пласт, так как они распространяются внутри толстостенной стальной
30 трубы, играющей роль экрана, которая фактически локализует физическое действие в объеме скважины.

Известен способ по патенту РФ №2267601, по которому проводят виброакустическое и термическое воздействие в процессе добычи нефти. При этом виброакустический излучатель и термоизлучатель размещают в интервале перфорации под электроприводом
35 погружного насоса. Во время работы этого насоса проводят последовательно термическое и высокочастотное виброакустическое воздействие на ближнюю зону пласта. В этом способе воздействия на призабойную зону пласта осуществляют в процессе добычи нефти. Установка для воздействия на призабойную зону пласта в процессе добычи нефти содержит наземный блок управления и контроля, электрический кабель, скважинный
40 прибор, включающий виброакустический излучатель, блок питания и управления излучателем. Недостатком способа является использование вибро- и термоизлучателей, размещенных внутри обсадной трубы скважины. При этом воздействие ультразвука на пласт минимально, а все эффекты от него локализуются в объеме скважины.

Известны способы увеличения нефтедобычи по патенту РФ №2097544 и патенту US №4884634, по которым одновременно воздействуют на пласт звуковыми волнами и электрическим нагревом. Для этого в скважине над нефтяным коллектором
45 предварительно создают изоляционный мост путем выполнения полости вырезанием части обсадной колонны и заполнением этой полости изолирующим материалом. Подачу электрического тока к нефтяному коллектору осуществляют по части обсадной колонны,
50 расположенной ниже изоляционного моста, через закрепленные на вибраторе механические или гидроприводные соединители от вибратора или по электрическому проводнику, связывающему вибратор с гидроприводными соединителями, расположенными над изоляционным мостом.

Наиболее близким, принятым за прототип является способ добычи нефти по патенту РФ №2004120682, использующий вибрационное воздействие на призабойную зону пласта с дневной поверхности и колонну обсадных труб в качестве высокодобротного волновода, отличающийся тем, что один или несколько вибровозбудителей устанавливаются под
5 колонной головкой непосредственно на обсадную трубу, возбуждение колебаний осуществляют путем воздействия на наружную поверхность наземной части обсадной трубы через акустически согласованную разгрузочную плиту. Вибрационное воздействие на обсадную трубу осуществляют путем использования кинетической энергии возвратно-
10 поступательного перемещения подвижного органа вибровозбудителя электромеханического, гидравлического или пневматического типа. В этом же патенте описано устройство для добычи нефти, состоящее из генератора колебаний обсадной колонны, отличающееся тем, что возбуждение колебаний осуществляют путем воздействия на наружную поверхность наземной части обсадной трубы.

Основным недостатком прототипа является то, что для повышения нефтеотдачи
15 используется только вибровозбуждение, а тепловое воздействие на пласт при таком решении отсутствует. Это значительно снижает эффективность способа и устройства.

Известны устройства, в которых ультразвук используется для нагрева. Например, известны разнообразные устройства для сварки ультразвуком [8, патенты РФ №2240917, №2003111765, №2003102901, №2229382, №2227087] и нагрева жидкостей ультразвуком по
20 патенту РФ №97106275. Сущность этих способов заключается в подаче ультразвука через волновод в торцевую зону, прижатую с определенным давлением к свариваемым деталям или нагреваемому материалу. В зоне контакта торца волновода с материалом происходит преобразование энергии ультразвуковых колебаний в тепловую энергию, что вызывает быстрый нагрев материала. Однако эти способы ранее не использовались для нагрева
25 нефтяных пластов в нефтегазодобыче.

Техническим результатом предлагаемых изобретений является:

1) возможность осуществлять непрерывное и повседневное воздействие на пласт в процессе добычи нефти из скважины без ее остановки;

2) высокая эффективность комбинированного теплового и ультразвукового воздействия
30 в зоне перфорации для интенсификации нефтеотдачи скважины и повышения проницаемости призабойной зоны.

Такое воздействие способствует

- снижению вязкости нефтей и поверхностного натяжения на границах раздела фаз нефти с водой или нефти с породой;

35 - повышению скорости фильтрации жидкой фазы относительно пористого коллектора нефтяного пласта, снижению перепада давления, необходимого для фильтрации жидкостей внутри пористого коллектора нефтяного пласта;

- снижению гидравлического сопротивления движению жидкости или газа по пласту;

40 - диспергированию крупных битумизированных частиц в пласте, закупоривающих поры нефтяного пласта, и вымыванию их из призабойной зоны скважины;

- постепенному диспергированию пород пористого нефтяного коллектора, повышая его пропускную способность;

- отмыванию от парафина, сернистых и других осадков внутренней поверхности скважины и трубопроводов и препятствует их отложению.

45 Предлагаемыми изобретениями решается задача повышения эффективности воздействия на пласт и повышения его нефтеотдачи за счет увеличения повышения проницаемости пласта и притока нефти при виброакустическом и термическом воздействиях, уменьшения скорости образования парафиновых и асфальтеновых отложений в скважине и насосе.

50 Предложен способ повышения нефтеотдачи скважин и устройство для его осуществления.

Основные отличия заявляемого изобретения.

Способ повышения нефтеотдачи скважин заключается в одновременном вибрационном

и тепловом воздействии на призабойную зону пласта.

Основные отличия способа заключаются в следующем:

- генерируется мощное ультразвуковое излучение, которое с наземной части скважины (устья) направляется по обсадным трубам скважины как по стальному трубчатому волноводу к приемной части скважины (истоку), где оно рассеивается перфорацией обсадной трубы и торцевой частью скважины, частично превращаясь в тепло, а частично излучаясь в призабойную зону;
 - удельная мощность ультразвука, подаваемого в обсадную трубу как в волновод, выбирается в пределах от 0.1 до 10 кВт на квадратный сантиметр площади сечения обсадной трубы, а частота колебаний преобразователя $0,5 \cdot 10^4 - 10^5$ Гц;
 - дополнительное повышение величины интенсивности нагрева и излучения ультразвука в пласт в любом месте обсадной трубы может быть осуществлено путем использования концентраторов различной формы, в том числе и в виде кольцевых выступов или вырезов, расположенных на внешней поверхности обсадной трубы;
 - одновременные вибрационное и тепловое воздействия осуществляют в процессе добычи нефти из скважины без ее остановки;
 - одновременные вибрационное и тепловое воздействия осуществляют в процессе эксплуатации скважины постоянно;
 - одновременные вибрационное и тепловое воздействия осуществляют в процессе эксплуатации скважины периодически;
 - одновременные вибрационное и тепловое воздействия осуществляют с периодически изменяющейся частотой ультразвука.
- Предложено устройство для осуществления способа повышения нефтеотдачи скважин, состоящее из генератора электрических колебаний, запитывающего электромеханический преобразователь, который установлен на наземной части обсадной трубы скважины.
- Основные отличия устройства заключаются в следующем:
- установка содержит генератор ультразвуковой частоты, работающий в диапазоне $0,5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$ Гц;
 - электромеханический преобразователь представляет собой один или несколько ультразвуковых магнитострикционных преобразователей;
 - магнитострикционный преобразователь представляет собой трубчатый магнитострикционный сердечник, окруженный внешней электрической обмоткой, конструктивно выполненный как часть обсадной трубы на наземной части скважины или как насадка на нее и соединенный с ней с помощью согласующих устройств в виде концентраторов и/или волноводов и генерирующий ультразвуковые колебания с частотой $0,5 \cdot 10^4 - 10^5$ Гц;
 - трубчатый магнитострикционный сердечник преобразователя изготовлен из пермендюра, никеля или иного магнитострикционного материала и выполнен:
 - либо в виде сплошной трубы;
 - либо в виде набора концентрически вставленных друг в друга тонкостенных труб;
 - либо в виде многослойной трубы, образованной намоткой сплошного тонкого листа из магнитострикционного материала на сплошную тонкостенную трубу меньшего диаметра из такого же или иного материала;
 - торцы трубчатого магнитострикционного сердечника припаяны или приварены своей торцевой частью к фланцам преобразователя и/или к волноводу;
 - нижний фланец преобразователя выполнен за одно целое или соединен с согласующим волноводом конической, ступенчатой или экспоненциальной внешней формы с осевым отверстием для прохода нефтесодержащей жидкости из скважины, который, в свою очередь, соединен с фланцем обсадной трубы скважины;
 - при использовании нескольких преобразователей они могут быть соединены с обсадной трубой и друг с другом как последовательно (цугом, друг за другом), так и параллельно, располагаясь вокруг обсадной трубы.

Предлагаемые изобретения поясняются чертежом, на котором показан вариант

устройства с одним преобразователем.

На чертеже изображена установка для повышения нефтеотдачи скважин, где показаны следующие элементы:

- 1 - пласт пористого нефтяного коллектора, нефтесодержащая порода;
 - 5 2 - призабойная зона;
 - 3 - мощное ультразвуковое излучение;
 - 4 - надземная часть скважины (устье), надземная часть обсадной трубы;
 - 5 - обсадные трубы - стальной трубчатый волновод;
 - 6 - скважина;
 - 10 7 - приемная часть скважины (исток);
 - 8 - перфорация обсадной трубы;
 - 9 - торцевая часть скважины;
 - 10 - волновод преобразователя;
 - 11 - концентраторы в виде кольцевых выступов или вырезов;
 - 15 12 - генератор электрических колебаний или генератор ультразвуковой частоты, работающий в диапазоне $0,5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$ Гц;
 - 13 - электромеханический преобразователь;
 - 14 - магнитострикционный сердечник;
 - 15 - внешняя электрическая обмотка;
 - 20 16 - набор концентрически вставленных друг в друга тонкостенных труб или многослойная труба, образованная намоткой сплошного тонкого листа на трубу меньшего диаметра;
 - 17 - сплошная тонкостенная труба;
 - 18 - верхний фланец преобразователя;
 - 25 19 - нижний фланец преобразователя;
 - 20 - осевое отверстие для прохода нефтесодержащей жидкости из скважины;
 - 21 - фланец обсадной трубы скважины;
 - 22 - сальник штока глубинного насоса-качалки;
 - 23 - шток глубинного насоса-качалки;
 - 30 24 - труба для отвода нефтесодержащей жидкости из скважины;
 - 25 - трубы лифтовой (насосно-компрессорной) колонны;
 - 26 - нефтесодержащая жидкость;
 - 27 - зона нагрева и излучения ультразвука.
- Сущность способа заключается в следующем.

35 В нефтедобыче ультразвук относительно малой удельной частоты используется для повышения нефтеотдачи скважин. Часто сочетают использование ультразвука с нагревом, причем генерирование ультразвука и тепла осуществляется разными устройствами, как правило, спускаемыми в скважину.

40 Известно, что ультразвук можно эффективно преобразовать в тепло. Более того, как любое излучение, ультразвук практически без потерь распространяется в металлических волноводах. Скорость его распространения в стали составляет около 5000 м/с. В сверхдлинных волноводах длиной 2-3 тыс. метров (примерная длина скважин) за счет незначительной диссипации ультразвука в металле возникает эффект естественного преобразования энергии ультразвука в тепло. Тепловыделение составляет до 5%

45 мощности в теле волновода и до 10-15% мощности в зоне резьбовых соединений, а также в зоне наличия концентраторов. Роль концентраторов могут выполнять любые утолщения или отверстия, имеющиеся в волноводе. Поэтому можно использовать обсадную трубу скважины как длинный трубчатый волновод, чтобы эффективно подавать по ней как по волноводу ультразвуковую энергию с дневной поверхности к пористому коллектору

50 нефтяного пласта. Однако величина подаваемой ультразвуковой энергии должна быть достаточной, чтобы обеспечить нагрев самой скважины, призабойной зоны и потока извлекаемой нефти. Оставшаяся часть энергии ультразвука должна излучаться в пористый коллектор нефтяного пласта и обеспечивать эффективное воздействие на него. Эта

величина зависит от длины трубы и ее сечения. Величина удельного потока энергии должна быть не менее 0,1 кВт/см². Эффективное значение плотности энергии, передаваемой в скважину, составляет от 1,0 кВт/см² до 5 кВт/см². Более высокие значения плотности энергии пока труднодостижимы, но будут, по-видимому, очень целесообразны при добыче высоковязких нефтей из реабилитируемых скважин в будущем.

Примерная мощность ультразвуковых преобразователей для скважин с различными диаметрами показана в таблице 1.

Наружный диаметр, мм	Площадь волновода, см ²	Мощность, передаваемая в волновод, кВт
146,1	45	45-55
168,28	53	55-65
219,08	70	70-80
244,48	79	80-90

В скважинах стандартной конструкции роль концентраторов, на которых выделяется тепло, будут выполнять, прежде всего, отверстия зоны перфорации скважины, торцевая часть скважины и резьбовые межтрубные соединения. Перфорационные отверстия в обсадной трубе резко снижают сечение трубчатого волновода. Протяженная перфорация в виде набора отверстий является большим сопротивлением для распространения ультразвука в волноводе, поэтому основное тепловыделение и передача ультразвука в окружающую среду будут происходить в зоне перфорации обсадной трубы. Если в обсадной трубе имеются сварные соединения в виде неровно или не полностью заваренных кольцевых швов, то такие соединения тоже будут являться источниками тепла. Повысить интенсивность воздействия можно в любой зоне скважины. Для этого достаточно создать на поверхности обсадной трубы концентраторы в виде кольцевых выступов, а также выступов или вырезов иной формы. Однако даже в сверхдлинных волноводах весь ультразвук не поглощается. Оставшаяся часть колебательной энергии излучается в призабойную зону через торцевую часть, концентраторы, перфорационные отверстия. Эта часть ультразвука воздействует на породу пористого нефтяного коллектора и способствует

- снижению вязкости нефтей и поверхностного натяжения на границах раздела фаз нефти с водой или нефти с породой;
- повышению скорости фильтрации жидкой фазы относительно пористого коллектора нефтяного пласта;
- снижению перепада давления, необходимого для фильтрации жидкостей внутри пористого коллектора нефтяного пласта;
- снижению гидравлического сопротивления движению жидкости или газа по пласту;
- диспергированию крупных битумизированных частиц в пласте, закупоривающих поры нефтяного пласта, и вымыванию их из призабойной зоны скважины;
- постепенному диспергированию породы пористого нефтяного коллектора, повышая его пропускную способность;
- отмыванию от парафина, сернистых и других осадков внутренней поверхности скважины и трубопроводов и препятствует их отложению.

Заявленный способ повышения нефтеотдачи и устройство для его осуществления функционируют следующим образом.

С помощью генератора электрических колебаний 12 возбуждают электромеханический преобразователь 13, который генерирует мощное ультразвуковое излучение 3. Это излучение с наземной части скважины 4 с помощью волновода преобразователя 10 направляют по обсадным трубам 5 скважины 6 как по стальному трубчатому волноводу к приемной части скважины 7, где оно рассеивается перфорацией обсадной трубы 8 и торцевой частью скважины 9, частично превращаясь в тепло, а частично излучаясь в призабойную зону 2 скважины 6 в зонах нагрева и излучения ультразвука 27.

Основной частью электромеханического преобразователя 13 является магнитострикционный сердечник преобразователя 14, вокруг которого расположена

внешняя электрическая обмотка 15.

Магнитострикционный сердечник 14 электромеханического преобразователя 13 выполнен как набор концентрически вставленных друг в друга тонкостенных труб 16 или как многослойная труба, образованная намоткой сплошного тонкого листа на сплошную тонкостенную трубу 17 меньшего диаметра. В качестве материалов для изготовления магнитострикционного сердечника 14 используется пермендюр, никель или иной магнитострикционный материал. Торцы магнитострикционного сердечника припаяны или приварены своей торцевой частью к фланцам преобразователя 18 и 19 и/или к волноводу, причем нижний фланец 19 преобразователя 13 выполнен за одно целое или соединен с волноводом конической, ступенчатой или экспоненциальной внешней формы с осевым отверстием 20 для прохода нефтесодержащей жидкости 26 из скважины и, в свою очередь, соединен с фланцем 21 обсадной трубы скважины.

В процессе работы обмотка 15 преобразователя 14 сильно нагревается. Его охлаждение осуществляется потоком нефтесодержащей жидкости 26, которая проходит через осевое отверстие 20 в трубчатом магнитострикционном сердечнике 14. Это позволяет дополнительно обогревать нефтесодержащую жидкость 26.

Для повышения мощности несколько преобразователей 14 могут быть соединены с обсадной трубой 5 последовательно (цугом, друг за другом) или/и параллельно, располагаясь вокруг обсадной трубы 5, а также путем комбинирования последовательного и параллельного способов расположения.

На чертеже также показаны сальник штока глубинного насоса-качалки 22, шток глубинного насоса-качалки 23, а также труба для отвода нефтесодержащей жидкости из скважины 24 и трубы лифтовой (насосно-компрессорной) колонны 25, по которым подогретая нефтесодержащая жидкость 26 поступает на поверхность.

Удельная мощность ультразвука, подаваемого в обсадную трубу как в волновод, выбирается в пределах от 0,1 до 10 кВт на квадратный сантиметр площади сечения обсадной трубы, а частота колебаний преобразователя $0,5 \cdot 10^4 - 10^5$ Гц.

Дополнительное повышение интенсивности нагрева и излучения ультразвука в пласт в любой части обсадной трубы может быть осуществлено путем использования концентраторов 11 различной формы, в том числе и в виде кольцевых выступов или вырезов, расположенных на внешней поверхности обсадной трубы 5.

В соответствии с заявляемым способом комбинированное термоультразвуковое воздействие осуществляется в процессе добычи нефти из скважины без ее остановки. Как правило, воздействие осуществляют в процессе эксплуатации скважины постоянно. Однако при необходимости воздействие может осуществляться периодически.

В таблице 2 приводится оценка удельных затрат электрической энергии на добычу одного кубометра нефти. Как видно даже при постоянном воздействии на скважину, энергозатраты невелики и не превышают 1-3% стоимости нефти.

Параметр	Единица изм.	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Дебит скважины суточный	м ³	50	50	50
Температура подогрева	град	30	40	50
Мощность генератора	кВт	73	97	121
Суточный расход энергии	кВт.час	1743	2323	2904
Удельные энергозатраты на 1 кубометр нефти	кВт.ч/м ³	35	46	58
Цена 1 кВт. часа электроэнергии	руб/кВт	1,3	1,3	1,3
Стоимость электроэнергии на 1 кубометр нефти	руб/м ³	45	60	76

Предлагаемые изобретения позволяют решить задачу осуществления экономичного и высокоэффективного комбинированного термоультразвукового воздействия на породу пористого нефтяного коллектора, концентрируя ультразвуковую энергию преимущественно в зоне перфорации обсадной колонны. Это воздействие можно осуществлять непрерывно и повседневно, без остановки добычи и без демонтажа скважины.

Решаются задачи эффективного воздействия на пласт, максимального повышения

нефтеотдачи, снижения вязкости нефти, уменьшения скорости образования парафиновых и асфальтеновых отложений в скважине и трубопроводах. Воздействие на нефтеносный пласт осуществляется длительно и непрерывно без остановки добычи и без демонтажа скважины.

- 5 Имеется неоспоримое преимущество перед гидроразрывом, заключающееся в том, что, если гидроразрыв надо регулярно повторять, то предлагаемое устройство воздействует на нефтяной пласт в течение всего времени эксплуатации, длительно и непрерывно, постоянно улучшая параметры скважины за счет диспергирования и вымывания крупных битумизированных частиц, закупоривающих поры пласта, а также за счет постепенного и
- 10 постоянного диспергирования самой породы пласта, повышая его пропускную способность.

Литература

1. Печков А.А., Шубин А. В. Результаты работ по повышению продуктивности скважин методом акустического воздействия. Геоинформатика, 1998, №3, 16-23.
2. Кудинов В.И., Сучков Б.М. Методы повышения производительности скважин. Самара: Самарское книжное издательство, 1996, 414 с.
- 15 3. Кузнецов О.Л., Ефимова С.А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности. - М: Недра, 1983, 193 с.
4. Горбачев Ю.И. Физико-химические основы ультразвуковой очистки нефтяных скважин. - Геоинформатика, 1998, №3, 7-12.
- 20 5. Свалов А.М. О механизме волнового воздействия на продуктивные пласты. - Нефтяное хозяйство, 1996, №7, 27-29.
6. Патент России №20466936.
7. Патент России №2059801.
8. Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. Ультразвуковая размерная обработка
- 25 материалов.

Формула изобретения

1. Способ повышения нефтеотдачи, заключающийся в одновременном вибрационном и тепловом воздействии на призабойную зону пласта, отличающийся тем, что генерируют
- 30 мощное ультразвуковое излучение, а затем направляют его с наземной части скважины по обсадным трубам скважины как по волноводу к приемной части скважины, где оно рассеивается перфорацией обсадной трубы и торцевой частью скважины, частично превращаясь в тепло, а частично излучаясь в призабойную зону, при этом удельную мощность ультразвука, подаваемого в обсадную трубу как в волновод, выбирают в
- 35 пределах от 0,1 до 10 кВт/см² площади сечения обсадной трубы, а частоту колебаний преобразователя выбирают из диапазона 0,5·10⁴-10⁵ Гц, причем воздействие осуществляют в процессе добычи нефти из скважины без ее остановки.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительное повышение величины интенсивности нагрева и излучения ультразвука в пласт в любом месте обсадной трубы
- 40 осуществляют путем использования концентраторов различной формы, в том числе и в виде кольцевых выступов или вырезов, расположенных на внешней или/и внутренней поверхности обсадной трубы.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что одновременное вибрационное и тепловое воздействие на призабойную зону пласта осуществляют в процессе эксплуатации скважины
- 45 постоянно.
4. Способ по п.1, отличающийся тем, что одновременное вибрационное и тепловое воздействие на призабойную зону пласта осуществляют в процессе эксплуатации скважины периодически либо с периодически изменяющейся частотой ультразвука.
5. Устройство для осуществления способа по п.1, состоящее из генератора
- 50 электрических колебаний, питающего электромеханический преобразователь, который установлен на наземной части обсадной трубы скважины, отличающееся тем, что установка содержит генератор ультразвуковой частоты, работающий в диапазоне 0,5·10⁴-1·10⁵ Гц и соединенный с одним или несколькими электромеханическими

преобразователями в виде магнитострикционных преобразователей, представляющих собой трубчатый сплошной или многослойный магнитострикционный сердечник, окруженный внешней электрической обмоткой и генерирующий ультразвуковые колебания с частотой $0,5 \cdot 10^4 - 10^5$ Гц, конструктивно выполненный как часть обсадной трубы на наземной части скважины или как насадка на нее и соединенный с обсадной трубой с помощью согласующих устройств в виде концентраторов и/или волноводов, причем трубчатый магнитострикционный сердечник преобразователя изготовлен из пермендюра, никеля или иного магнитострикционного материала в виде сплошной трубы, или в виде набора концентрически вставленных друг в друга тонкостенных труб, или в виде многослойной трубы, образованной намоткой сплошного тонкого листа из магнитострикционных материалов на сплошную тонкостенную трубу меньшего диаметра из такого же или иного материала, причем торцы магнитострикционного сердечника припаяны или приварены к фланцам преобразователя и/или к волноводу, причем нижний фланец преобразователя выполнен за одно целое или соединен с волноводом конической, ступенчатой или экспоненциальной внешней формы с осевым отверстием для прохода и нагрева нефтесодержащей жидкости из скважины и охлаждения преобразователя, который, в свою очередь, соединен с фланцем обсадной трубы скважины.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что несколько преобразователей могут быть соединены с обсадной трубой последовательно или/и параллельно, располагаясь вокруг обсадной трубы, а также путем комбинирования последовательного и параллельного способов расположения.

25

30

35

40

45

50