



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010105703/03, 18.02.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.02.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.02.2010

(45) Опубликовано: 10.08.2011 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2379489 C1, 20.01.2010. RU 2103483 C1, 27.01.1998. RU 2281387 C2, 10.08.2006. RU 2177824 C1, 10.01.2002. RU 2149886 C1, 27.05.2000. US 5950726 A, 14.09.1999. СЕЛЯКОВ В.И. и др. Перколяционные модели процессов переноса в микронеоднородных средах. - М.: Недра, 1995, с.140-165.

Адрес для переписки:

629802, Ямало-Ненецкий автономный округ,
Тюменская обл., г. Ноябрьск, ул. 60 лет
СССР, 68, кв.201, В.Г. Гузь

(72) Автор(ы):

Кузнецов Олег Леонидович (RU),
Воловик Александр Михайлович (RU),
Гузь Виктор Геннадиевич (RU),
Илюхин Сергей Николаевич (RU),
Молчанов Евгений Петрович (RU),
Синицын Юрий Михайлович (RU),
Афиногенов Юрий Алексеевич (RU),
Бритков Николай Александрович (RU),
Хавкин Александр Яковлевич (RU),
Безрук Игорь Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Кузнецов Олег Леонидович (RU),
Воловик Александр Михайлович (RU),
Гузь Виктор Геннадиевич (RU)

**(54) СПОСОБ ДОБЫЧИ НЕФТИ, ПРИРОДНОГО ГАЗА И ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА ПУТЕМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСНОГО ВЫТЕСНЕНИЯ ИХ ИЗ ПРОДУКТИВНОГО
ПЛАСТА**

(57) Реферат:

Область применения: в нефтегазодобывающей промышленности при добыче нефти, природного газа и газового конденсата, а также при реанимации простаивающих и малодобитных нефтяных, низконапорных газовых или газоконденсатных скважин. Технический результат - повышение эффективности добычи, существенный рост дебита добываемых углеводородов, значительное повышение коэффициента извлечения нефти - КИН, увеличение энергетики и подвижности нефти, увеличение температуры нефти и, как следствие, снижение ее вязкости, что особенно важно при разработке высоковязких углеводородов, уменьшение обводненности скважинной

жидкости благодаря приоритетному вытеснению из продуктивного пласта именно фракций углеводородов. Сущность изобретения: по способу с помощью резонансно-волновых генераторов, расположенных на дневной поверхности или погруженных на глубину зоны перфорации в добывающую скважину и в по меньшей мере одну ближайшую к ней скважину, в том числе нагнетательную, в продуктивном пласте создают встречно направленные потоки модулированных электромагнитных колебаний, резонирующих путем наложения с собственной частотой колебаний молекул-диполей нефти, природного газа или газового конденсата. С помощью размещенной на поверхности аппаратуры формируют

возникновение пикового резонанса электромагнитных колебаний и осуществляют управляемое принудительное перемещение пикового резонанса вместе с углеводородами повторяющимися пробегами в сторону добывающей скважины, используя принцип обратной связи в режиме реального времени. Затем с помощью погруженных в скважины на глубину нижней части зоны перфорации электродов сквозь минерализованную пластовую воду пропускают переменный электрический ток также с частотой,

резонирующей с собственной частотой колебаний молекул-диполей пластовых углеводородов, ретранслируя встречно направленные модулированные электромагнитные потоки на всю длину пласта между скважинами с минимизацией затухания электромагнитных колебаний и обеспечением эффективного электромагнитного резонансного вытеснения углеводородов из продуктивного пласта. 11 з.п. ф-лы, 1 табл., 2 ил.

RU 2 4 2 5 9 6 2 C 1

RU 2 4 2 5 9 6 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2010105703/03, 18.02.2010

(24) Effective date for property rights:
18.02.2010

Priority:

(22) Date of filing: 18.02.2010

(45) Date of publication: 10.08.2011 Bull. 22

Mail address:

629802, Jamalo-Nenetskij avtonomnyj okrug,
Tjumenskaja obl., g. Nojabr'sk, ul. 60 let SSSR,
68, kv.201, V.G. Guzju

(72) Inventor(s):

Kuznetsov Oleg Leonidovich (RU),
Volovik Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Guz' Viktor Gennadievich (RU),
Iljukhin Sergej Nikolaevich (RU),
Molchanov Evgenij Petrovich (RU),
Sinitsyn Jurij Mikhajlovich (RU),
Afinogenov Jurij Alekseevich (RU),
Britkov Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Khavkin Aleksandr Jakovlevich (RU),
Bezruk Igor' Andreevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Kuznetsov Oleg Leonidovich (RU),
Volovik Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Guz' Viktor Gennadievich (RU)

(54) PRODUCTION METHOD OF OIL, NATURAL GAS AND GAS CONDENSATE BY THEIR ELECTROMAGNETIC RESONANT DISPLACEMENT FROM PRODUCTIVE FORMATION

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: as per the method by means of resonant wave generators located on day surface or submerged to the depth of perforation zone to production well and at least to one well nearest to it, including injection well, in productive formation there created are opposite directed flows of modulated electromagnetic oscillations which resonate by superposition with natural oscillation frequency of molecules -dipoles of oil, natural gas or gas condensate. By means of equipment arranged on surface there formed is occurrence of peak resonance of electromagnetic oscillations and performed is controlled forced movement of peak resonance together with hydrocarbons with repeating runs towards production well by applying feedback principle in real time mode. Then by means of electrodes submerged to wells through the depth of lower part of perforation zone there passed through

mineralised formation water is alternating current also with frequency resonating with natural oscillation frequency of molecules - dipoles of formation hydrocarbons, thus retranslating opposite directed modulated electromagnetic flows throughout the length of formation between wells with minimisation of electromagnetic oscillations damping and providing effective electromagnetic resonant displacement of hydrocarbons from productive formation.

EFFECT: higher production efficiency, essential growth of flow rate of produced hydrocarbons, considerable increase in oil removal coefficient, increase in power industry and oil mobility, rise of oil temperature and reduction of its viscosity, which is important during development of high-viscous hydrocarbons, reduction of water content of bore-hole liquid owing to priority displacement from productive formation of hydrocarbon fractions.

12 cl, 1 tbl, 2 dwg

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности и может быть использовано как для интенсификации добычи нефти, природного газа и газового конденсата с повышением дебита скважины, так и для реанимации простаивающих и малодебитных нефтяных скважин, низконапорных газовых или газоконденсатных скважин с повышением коэффициента извлечения нефти (КИН) при уменьшении обводненности откачиваемой нефтяной или газожидкостной смеси, а также газа и газового конденсата путем электромагнитного резонансного вытеснения углеводородов из продуктивного пласта.

В настоящее время известно много способов интенсификации и вторичной добычи нефти, которая остается в нефтеносных пластах. Эти способы обычно связаны с высоким расходом энергии, необходимой для создания усилий, вытесняющих нефть из пласта, и для снижения усилий, удерживающих в нефтеносном пласте оставшуюся в нем нефть. Наиболее характерные из способов представлены в качестве аналогов предлагаемого способа, что позволяет подойти системно к подбору прототипа и к изложению отличительных существенных признаков изобретения.

Известен способ вторичной добычи нефти путем инициирования в ней окислительно-восстановительных реакций (см. патент RU №2303692, С2; опубликован 27.07.2007) с применением электрического тока, разработанный американскими специалистами из компании «Электро-Петролеум, инк.». Сущность изобретения заключается в том, что для принудительной добычи нефти из подземного пласта с первым и вторым нефтеносными районами сооружают первую скважину в первом районе пласта и вторую скважину во втором районе пласта. В каждую из скважин опускают электроды, между которыми создают разность периодических напряжений путем подачи на них напряжения смещения постоянного тока и наложенной переменной составляющей переменного тока с амплитудой, обеспечивающей инициирование в нефти окислительно-восстановительных реакций для разложения содержащихся в ней длинноцепных углеводородов и полициклических соединений на соединения с низкой молекулярной массой и гидрирования нефти. При протекании через пласт электрического тока в находящейся в нем капиллярной и реликтовой воде начинается электролиз, в результате которого в грунтовой воде высвобождаются активаторы, которые ускоряют протекающие в нефти реакции окисления и восстановления. При этом на отрицательно заряженных поверхностях раздела содержащихся в нефти соединений происходит катодное восстановление, а на положительно заряженных поверхностях раздела происходит анодное окисление. Окислительно-восстановительные реакции можно инициировать и в алифатической, и в ароматической нефти. При снижении вязкости нефти в результате окислительно-восстановительных реакций ее подвижность или текучесть увеличивается, и нефть из пласта перетекает в добывающую скважину. Кроме того, в результате минерализации нефти, которая происходит при пропускании через нефтеносный пласт электрического тока, образуется диоксид углерода, который, растворяясь в нефти, также уменьшает ее вязкость и увеличивает добычу нефти. И наконец, помимо повышения текучести нефти известный способ ускоряет протекающие в нефти электрохимические реакции, в результате которых повышается качество добываемой нефти: при подаче в нефтеносный пласт электрической энергии происходит высвобождение из пласта водорода и других газов. Так, например, водород, который при достаточно большом гидростатическом давлении взаимодействует с нефтью и частично ее гидрирует, повышает сортность и качество добываемой нефти, а протекающие в нефти окислительные реакции сопровождаются ее окислением, что также повышает

качественные характеристики нефти.

Однако данный способ имеет существенный недостаток, который заключается в том, что несмотря на создание постоянным электрическим током электроосмотического эффекта (растворенные электролиты и взвешенные в нефти заряженные частицы вместе с молекулами нефти мигрируют в направлении катода), наложенная составляющая переменного тока имеет амплитуду лишь для обеспечения в нефти окислительно-восстановительных реакций и разложения содержащихся в ней длинноцепных углеводородов и полициклических соединений на соединения с низкой молекулярной массой. То есть нефтяная фаза пластового флюида получает некоторую дополнительную подвижность, но не входит в резонанс на молекулярном уровне, скачкообразно повышающий энергетику углеводородов. Кроме того, этот способ включает в себя и применение постоянного тока при высоких напряжениях и больших силах тока. При этом, как известно, системы постоянного тока потребляют большое количество электрической энергии, а при значительных ее потерях в нефтегазоносном пласте это значительно увеличивает и себестоимость добычи нефти.

Также известен способ разработки нефтяной залежи (см. патент RU №2241118, C1; опубликован 27.11.2004), включающий закачку рабочего агента через нагнетательные скважины, отбор нефти через добывающие скважины и подвод электрического тока в залежь через пару скважин. Через одну скважину выполняют подвод переменного или импульсного электрического тока в залежь посредством электродов, которые выполняют в виде сверла для перфоратора с исключением электрического замыкания с обсадной колонной и выводят за обсадную колонну скважины в пласт через дополнительно сформированные перфорационные отверстия. В другой скважине нулевую фазу источника тока соединяют с обсадной колонной. В результате электровоздействия на нефтеносный пласт происходит прогрев пласта до заданной температуры, меняется фазовая проницаемость водонефтяной жидкости в радиусе, превышающем радиус теплового воздействия на несколько порядков.

Однако и данный способ имеет существенный недостаток, который заключается в том, что несмотря на разогрев пласта хоть и при отсутствии постоянного тока, а только переменным током с напряжением в 220 В, частота тока также не является резонансной и полностью соответствует промышленной частоте в 50 Гц. Этот факт существенно ограничивает возможности дополнительной добычи нефти.

Также известен способ разработки нефтегазоконденсатных месторождений (см. патент RU №2208141, C1; опубликован 10.07.2003), предназначенный для увеличения степени извлечения нефти или других испаряемых жидкостей из нефтяных источников на земле или в море с помощью воздействия на нефтеносный пласт электрическими импульсами высокой частоты. По данному способу размещают излучатель электромагнитных волн в скважине и совместно с ним или отдельно - электрод электрического поля высокой частоты. Воздействуют на нефтяной пласт в начальный период электромагнитными волнами сверхвысокой частоты, затем частотой 15-30 кГц и, наконец, частотой 0,01-15 Гц до частичного разогрева пласта. После этого на нефтяной пласт воздействуют высокочастотным электрическим полем, которое фазируют с электромагнитным и естественным электрическим полями, обеспечивая тем самым взаимную индукцию электромагнитного и электрических полей, их резонанс и изменение физико-механических свойств нефтяного пласта. Возникающее в результате разогрева испарение воды создает дополнительное давление пара на пласт.

Данный известный способ, хотя уже и использует эффект резонанса, основанный на взаимной индукции естественного электрического поля пласта и наводимых

одновременно электромагнитного и электрического полей для дополнительного разогрева пласта, однако также существенно ограничивает возможности дополнительной добычи нефти, т.к. не вводит в резонанс непосредственно молекулы (диполи) углеводородов, т.е. не резонирует с ними непосредственно.

Кроме того, известен способ увеличения степени извлечения нефти или других испаряемых жидкостей из нефтяных пластов в земле или на море (см. патент SU №1838594, АЗ; опубликован 30.08.1993), разработанный норвежскими специалистами из компании «Индустриконтакт Инг О. Еллингсен Энд Ко.». Сущность изобретения заключается в том, что в нефтяном пласте создают вибрацию с частотой, наиболее близкой к естественной частоте пласта для ослабления сил связи между пластом и нефтью. Предварительно скважину заполняют металлической жидкостью, в том числе и ртутью, а электроды размещают в двух соседних скважинах. Вибрирование скелета пласта проводят с его одновременным электрическим стимулированием посредством приложения переменного электрического напряжения. К высокочастотным вибраторам могут подавать от генератора и преобразователя частоты как однофазные токи, так и трехфазные токи к трем соседним скважинам. Резонансные вибрации выталкивают нефть из месторождения, выделяя дополнительное тепло за счет трения между нефтью и скелетом коллектора.

Существенный недостаток данного способа заключается в применении ядовитой ртути. Кроме того, в резонанс в данном случае вводят скелет коллектора, что, несмотря на содействие разделению фаз нефти и пласта, неминуемо должно приводить к скачкообразной кольматации (закупорке фильтрационных каналов механическими частицами), облитерации (закупорке поровых каналов разрушившимся цементирующим веществом, находящимся между зернами породы), а также к закупорке сгустками отложений асфальто-смоло-парафиновых компонентов нефти, солей и т.д. (см. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2007).

И наконец, известны способ разработки нефтяного и газоконденсатного месторождения и оборудование для его осуществления (см. патент RU №2049914, C1; опубликован 10.12.1995), включающие применение излучателей и воздействие на нефтяной пласт электромагнитными волнами. Предварительно определяют контур месторождения (границу водонефтяного контакта), пробуривают ряды нагнетательных и добывающих скважин, закачивают в нагнетательные скважины воду, воздействуют на водонефтенасыщенную часть пласта наземными волновыми источниками энергии, дополнительно по контуру воздействуют электромагнитными волнами, имеющими в соответствующие полупериоды различные по величине и направлению амплитуды, создавая движущую силу, направленную к добывающим скважинам. Причем, извлекая нефть из добывающих скважин, одновременно автоматически следят за движением контура, поддерживая его подобие исходной форме. После отработки нефти из месторождения производят добычу нефти из линз пород с пониженными коэффициентами пористости и проницаемости, местоположение которых в пласте известно, облучением электромагнитными волнами части боковой поверхности линз так, чтобы направление вытеснения нефти из них через другую необлучаемую часть боковой поверхности совпадало с направлением на добывающую скважину.

Недостаток данного способа также заключается в том, что не используется весь потенциал резонансно-волнового воздействия на углеводородный флюид. В данном

случае речь идет об одновременном электромагнитном резонансном воздействии в нескольких точках по контуру предполагаемого нефтегазоносного пласта с целью создания вибровозбуждения пластового флюида в отдельно взятых зонах нефтеносного коллектора с элементами эффекта локального виброконвейера. В результате происходит придание импульса страгивания в определенном направлении скоплениям нефти (послойное состругивание), находящимся в ловушках и пленах, однако принудительного перемещения энергетически возбужденных скоплений нефти из пластового коллектора по замкнутому контуру от нагнетательной (или соседней) скважины непосредственно к добывающей скважине в управляемом режиме не происходит.

Наиболее близким аналогом является способ интенсификации добычи нефти и реанимации простаивающих нефтяных скважин путем электромагнитного резонансного воздействия на продуктивный пласт (см. патент RU №2379489, C1; опубликован 20.01.2010), включающий генерирование встречных электромагнитных потоков от двух или нескольких соседних скважин как с дневной поверхности, так и напротив продуктивного пласта в зоне перфорации с частотами, резонирующими с собственными частотами пластовых углеводородов. При этом первоначальную точку возникновения пикового резонанса в процессе встречного излучения локализуют вблизи нагнетательной (или соседней) скважины, отслеживая пиковый резонанс по принципу обратной связи в режиме реального времени генератором-приемником на дневной поверхности. Далее в управляемом режиме продолжают встречно направленное излучение модулированных электромагнитных волн, когда на несущую частоту накладывают частоту собственных колебаний пластовых углеводородов таким образом, чтобы мощность излучения из добывающей скважины значительно превышала мощность встречного излучения из нагнетательной (или соседней) скважины. Затем за счет управляемой корректировки мощностей генераторов пиковый резонанс вместе с возмущенным флюидом начинают сдвигать в сторону добывающей скважины повторяющимися пробегами, обеспечивая тем самым дополнительное принудительное вытеснение пластовых углеводородов.

Недостаток данного способа заключается в том, что процесс затухания встречно направленных электромагнитных волн требует значительных импульсных энергозатрат, хотя и в периодическом режиме реализации пробегов пикового резонанса от нагнетательной (или соседней) к добывающей скважине.

Задачей предлагаемого изобретения является создание способа, лишенного недостатков способа по прототипу и реализующего «эффект ретрансляции» встречно направленных потоков модулированных электромагнитных колебаний с минимизацией затухания электромагнитных колебаний резонансной частоты по всей длине продуктивного пласта между добывающей скважиной и близлежащей к ней, по меньшей мере одной, скважиной, в том числе нагнетательной.

Настоящее изобретение направлено на повышение эффективности резонансного возбуждения углеводородов пластового флюида на отдельно взятых участках нефтеносного коллектора путем придания импульса страгивания в определенном направлении и на последующее управляемое направленное вытеснение пластовых углеводородов повторяющимися пробегами пикового резонанса с частотами, равными собственным частотам молекул (диполей), по замкнутой системе от нагнетательной скважины (или ближайшей соседней, или группы ближайших соседних скважин) через пластовый коллектор непосредственно к конкретной добывающей скважине, наиболее тщательно продавливая именно места нахождения

углеводородных фракций, заблокированных пластовой водой в ловушках и пленах, за счет пропускания сквозь минерализованную пластовую воду переменного электрического тока также с частотой, резонирующей с собственной частотой колебаний пластовых углеводородов, тем самым эффективно ретранслируя встречно направленные модулированные электромагнитные потоки на всю длину пласта между соседними скважинами, разрабатываемыми предлагаемым способом.

Техническим результатом, достигаемым при использовании предложенного изобретения, является:

- дополнительное увеличение дебита добывающей скважины;
- значительное повышение коэффициента извлечения нефти (КИН) до 50-60 процентов, в том числе за счет освобождаемых из ловушек и пленов углеводородов;
- реанимация нефтяных и газоконденсатных скважин, простаивающих многие годы из-за ранее применяемых незначительных технологий добычи, а также реанимация низконапорных газовых скважин;
- увеличение энергетики и подвижности нефти, что способствует ее вытеснению в добывающую скважину, повышая и реологические свойства пластового флюида;
- увеличение температуры нефти и, как следствие, снижение ее вязкости, что особенно важно при разработке высоковязких углеводородов;
- уменьшение обводненности скважинной жидкости благодаря приоритетному вытеснению из продуктивного пласта именно фракций углеводородов;
- получение данных о геологических и геофизических параметрах разрабатываемого участка продуктивного пласта.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе добычи нефти, природного газа и газового конденсата путем электромагнитного резонансного вытеснения их из продуктивного пласта, включающем создание в продуктивном пласте между добывающей скважиной и близлежащей к ней, в том числе нагнетательной, скважиной с помощью резонансно-волновых генераторов и излучателей, погруженных в упомянутые скважины на глубину зоны перфорации, встречно направленных модулированных потоков электромагнитных колебаний, резонирующих с собственной частотой колебаний углеводородного флюида, формирование с помощью размещенной на поверхности аппаратуры пикового резонанса электромагнитных колебаний и его принудительное перемещение к добывающей скважине повторяющимися пробегами вместе с углеводородами, используя принцип обратной связи в режиме реального времени, обеспечивая тем самым дополнительное принудительное вытеснение пластовых углеводородов, согласно изобретению в продуктивном пласте через встречно направленные и изолированные от обсадных колонн электроды пропускают сквозь минерализованную пластовую воду переменный электрический ток также с частотой, резонирующей с собственной частотой колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов, тем самым эффективно ретранслируя встречно направленные модулированные электромагнитные потоки на всю длину пласта между соседними скважинами. Создаваемое дополнительное принудительное электромагнитное резонансное вытеснение углеводородов обеспечивает достижение указанного технического результата, а именно: повышение эффективности добычи, существенный рост дебита добываемых углеводородов, значительное повышение КИН, увеличение энергетики и подвижности нефти, увеличение температуры нефти и, как следствие, снижение ее вязкости, что особенно важно при разработке высоковязких углеводородов, уменьшение обводненности скважинной жидкости благодаря

приоритетному вытеснению из продуктивного пласта именно фракций углеводородов.

Погружение электродов на глубину нижней части зоны перфорации в указанные скважины обеспечивает расположение электродов на уровне пластовой воды, которая залегает ниже пластовых углеводородов. Пропускаемый через электроды сквозь минерализованную воду переменный электрический ток с резонансной частотой создает вокруг себя магнитные и электрические поля, взаимно индуцирующие друг друга (см. Калашников С.Г. Электричество: Учебн. пособие. - 6-е изд., стереот. - М.: ФИЗИАТЛИТ, 2008) и ретранслирующие встречно направленные электромагнитные колебания на всю длину продуктивного пласта между скважинами.

Физическая сущность предлагаемого способа по уменьшению затухания электромагнитных волн в нефтяном пласте заключается в применении «эффекта ретрансляции» встречно направленных модулированных электромагнитных колебаний, резонирующих путем наложения с собственными частотами колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов за счет пропускания переменного тока сквозь пластовую минерализованную воду также с частотой собственных колебаний этих молекул (диполей). В случае применения так называемого «эффекта ретрансляции» переменный ток с частотой собственных колебаний молекул (диполей) нефти, протекая от нагнетательных скважин к добывающим сквозь пластовую минерализованную воду будет излучать дополнительный поток электромагнитных волн резонансной частоты. Причем, для обводненных простаивающих нефтяных скважин, составляющих львиную долю простаивающего фонда, это осуществляется гарантированно. Таким образом, задающие встречно направленные к добывающей скважине излучения, резонирующие с собственными частотами углеводородов (по принципу любой наземной антенны, только на этот раз в широком секторе продуктивного пласта), будут ретранслироваться по всему сектору излучения. Другими словами, минерализованная пластовая вода, имеющая собственные колебания на молекулярном уровне, отличные от собственных колебаний молекул (диполей) углеводородов, в этой связи не будет входить в резонанс и целенаправленно перемещаться в направлении добывающих скважин (кроме естественного эффекта депрессии) под воздействием электромагнитного излучения, избирательно нацеленного только на остаточную пластовую нефть. То есть данная технология осуществляет избирательный дифференцированный подход к разделению фаз пластового флюида: молекулы нефти будут перемещаться с постоянной подналадкой пикового резонанса по ходу принудительно направленных пробегов пикового резонанса в режиме реального времени (on line), управляемых аппаратурой управления с дневной поверхности по принципу обратной связи, а молекулы пластовой воды и скелет коллектора не будут резонировать и не будут отбирать необходимую для вытеснения нефти энергию. Технологии подналадки широко применяются в оборонных разработках двойного назначения в ОПК России в средствах связи и системах самонаведения.

При этом известно, что колебательное движение молекул заключается в периодическом изменении относительного расположения ядер. Важной особенностью этого процесса является то, что он сопровождается изменением полной электронной энергии ($E_{ЭЛ}$) молекулы. Иными словами, энергия $E_{ЭЛ}$ может рассматриваться как функция относительных координат ядер. В простейшем случае двухатомной молекулы такой координатой является межъядерное расстояние r_e . Причем, колебания двухатомных молекул, включая молекулы воды (волновое число $\approx 3700 \text{ см}^{-1}$) и углеводородов (волновое число $\approx 3000 \text{ см}^{-1}$), могут иметь валентную природу, а также

деформационную, включая крутильные, маятниковые и другие колебания (см. Пентин Ю.А. Основы молекулярной спектроскопии. / Ю.А.Пентин, Г.М.Курамшина. - М.: Мир; Лаборатория знаний, 2008).

Предложенный способ может быть использован также в частных случаях.

Так, с целью уточнения геологических и геофизических параметров рассматриваемого участка продуктивного пласта с помощью генератора-приемника на дневной поверхности, в предложенном способе сначала в продуктивном пласте между соседними скважинами пропускают сквозь минерализованную пластовую воду переменный электрический ток с частотой, резонирующей с собственной частотой колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов, а только затем начинают излучать встречно направленные модулированные электромагнитные волны.

Для повышения эффективности способа модулированные электромагнитные колебания из добывающей скважины излучают с управляемым уменьшением мощности от номинального экономически целесообразного значения до нуля, а модулированные электромагнитные колебания из нагнетательной (или соседней) скважины излучают с управляемым увеличением мощности от нуля до номинального экономически целесообразного значения.

Возможно использование двух и более фаз переменного тока резонансной частоты, когда каждый из электродов размещают в разных, ближайших от добывающей скважинах, либо два электрода и более многофазного переменного тока размещают в одной скважине, ближайшей от добывающей, при этом электрод нулевой фазы переменного тока устанавливают в добывающей скважине, а все другие электроды устанавливают так, что они направлены в сторону добывающей скважины.

Предложенный способ может быть использован также в других частных случаях:

- в процессе реанимации скважин при периодических пробегах пикового управляемого резонанса в сторону добывающей скважины мощность пропускаемого сквозь минерализованную пластовую воду переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов, увеличивают до экономически целесообразных значений во время прохождения мест скопления остаточной нефти или нефти, изолированной пластовой водой в ловушках и пленках;

- излучение встречно направленных модулированных электромагнитных волн и согласованное с ним пропускание переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов, осуществляют периодически по мере снижения ранее достигнутого дебита добывающей скважины;

- при осуществлении способа в добывающей скважине и более чем в одной соседней с ней скважине излучение встречно направленных модулированных электромагнитных волн и согласованное с ним пропускание переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул (диполей) пластовых углеводородов, осуществляют веерообразно либо по часовой стрелке, либо против для равномерного охвата всей площади разрабатываемой залежи, примыкающей к добывающей скважине;

- веерообразное относительно добывающей скважины перемещение зоны электромагнитного резонансного воздействия на продуктивный пласт замедляют или приостанавливают в местах скопления остаточной нефти, а затем вновь продолжают его в оптимальном для достижения максимально эффективной нормы отбора нефти режиме;

- электромагнитное резонансное воздействие на молекулы (диполи) пластовых углеводородов осуществляют, поэтапно разрушая кластерные макромолекулярные образования из длинноразмерных цепочек углеводородов с высокой молекулярной массой во взаимодействии с молекулами минерализованной пластовой воды до
 5 образования короткоразмерных цепочек углеводородов с меньшей молекулярной массой при минимизации взаимодействия с молекулами минерализованной воды в диапазоне частот от 10^6 Гц до 10^{14} Гц.

Предлагаемый способ поясняется графическим материалом, где представлены:

на фиг.1 - схема реализации способа, вид сбоку;

на фиг.2 - горизонтальный разрез А-А на фиг.1.

Способ интенсификации добычи нефти осуществляют следующим образом.

В добывающую скважину 1 (фиг.1), ограничиваемую колонной обсадных труб 2, опускают добывающий насос 3 (в данном случае, глубинный штанговый насос ШГН),
 15 соединенный с колонной насосно-компрессорных труб 4 (НКТ), и устанавливают на глубине $H_{\text{насоса}}$. На поверхности, над устьем скважины, размещают электростанцию 5, питающую генератор электромагнитных колебаний 6, спускаемый в скважину перед спуском добывающего насоса 3 и фиксируемый в зоне перфорации
 20 на глубине $H_{\text{перфорации}}$ якорем 7. Как вариант, генератор-излучатель электромагнитных колебаний могут размещать на дневной поверхности вблизи скважины 1. Еще до монтажа генератора электромагнитных колебаний 6 в этой же скважине 1 в нижней части зоны перфорации устанавливают электрод 8 нулевой фазы переменного тока от электростанции 9 с преобразователем частоты (не показан),
 25 пропустив электрод 8 сквозь перфорационное отверстие колонны обсадных труб 2 вглубь продуктивного пласта на величину прострела пулевого или торпедного перфоратора в направлении соседней скважины 10, ограничиваемой колонной обсадных труб 11. При этом электрод 8 изолируют от колонны обсадных труб 2 для
 30 уменьшения потерь электроэнергии и придания направленности переменному электрическому току исключительно через минерализованную пластовую воду 12 продуктивного пласта. На дневной поверхности нулевая фаза от электрода 8 соединяется с электростанцией 9 с преобразователем частоты (не показан) проводом 13.

Над устьем близлежащей (в том числе нагнетательной) скважины 10, ограничиваемой колонной обсадных труб 11, размещают и электростанцию 14, питающую генератор 15 электромагнитных колебаний, закрепляемый на глубине $H_{\text{перфорации}}$ с помощью якоря 16 перед спуском колонны насосно-компрессорных
 40 труб 17 (НКТ). Как вариант, генератор-излучатель электромагнитных колебаний могут размещать на дневной поверхности вблизи скважины 10. Как и для добывающей скважины 1 в соседней нагнетательной скважине 10 еще до монтажа генератора 15 электромагнитных колебаний в нижней части зоны перфорации
 45 устанавливают электрод 18 фазы переменного тока от электростанции 9, пропустив его сквозь перфорационное отверстие колонны обсадных труб 11 вглубь продуктивного пласта на величину прострела пулевого или торпедного перфоратора в направлении добывающей скважины 1. Причем электрод 18 также изолируют от колонны обсадных труб 11 для уменьшения потерь электроэнергии и придания
 50 направленности переменному электрическому току исключительно через минерализованную пластовую воду 12 продуктивного пласта.

При этом продуктивный пласт, в качестве условного примера, содержит углеводородный флюид 19 (нефтяную фракцию или газовый конденсат), разделенный

с пластовой водой 12 водонефтяным контактом (ВНК) 20.

Генераторы 6 и 15, включенные в работу в процессе добычи, создают в продуктивном пласте встречно-направленные колебательные потоки с частотой, равной собственной частоте колебаний пластовых углеводородов 19. Причем поток
5 электромагнитных колебаний 21, создаваемый генератором 6, направляют сквозь продуктивный пласт от добывающей скважины 1 навстречу потоку электромагнитных колебаний 22 от генератора 15, расположенного в соседней скважине 10.

На дневной поверхности, приблизительно на равном удалении от скважин 1 и 10 располагают аппаратуру управления (не показана) и генератор-приемник 23 сканирующих колебаний 24. Для повышения результативности может использоваться несколько генераторов-приемников на всем протяжении от соседних скважин до добывающей скважины 1. Указанным оборудованием осуществляют наложение
15 частот встречно-направленных колебательных потоков 21 и 22 и собственной частоты пластовых углеводородов 19. При этом генераторы колебаний 6 и 15 излучают встречно направленные модулированные электромагнитные колебания 21 и 22, формируемые специальной аппаратурой путем наложения на несущую частоту резонирующих частот, равных по величине собственным частотам колебаний
20 молекул (диполей) пластовой нефти 19.

Кроме того, сквозь минерализованную пластовую воду 12 от электростанции переменного тока 9 с преобразователем частоты (не показан) пропускают
25 переменный электрический ток 25 также с частотой, равной по величине собственным частотам колебаний молекул (диполей) пластовой нефти 19 от электрода 18 к электроду 8 с нулевой фазой. В свою очередь переменный электрический ток 25 с резонансной частотой как любой проводник начинает создавать вокруг себя магнитные 26 и электрические 27 поля, взаимно индуцирующие друг друга и
30 ретранслирующие на всю длину продуктивного пласта между добывающей скважиной 1 и нагнетательной (или соседней) скважиной 10 встречно направленные электромагнитные колебания 21 и 22.

Причем переменный электрический ток 25 с резонансной частотой проходит от фазового электрода 18 к электроду 8 с нулевой фазой (Фиг.1) не только по всему
35 продуктивному пласту между добывающей скважиной 1 и нагнетательной (или соседней) скважиной 10 ниже ВНК, но и между скоплениями изолированной или остаточной нефти 31, проникая между ними и огибая их по линиям 25 (Фиг.2).

В результате наложения частот встречных электромагнитных излучений 21 и 22 и ретранслирующих их электромагнитных колебаний от пропускания переменного
40 электрического тока 25, излучающего также резонансные частоты, соответствующие частотам собственных колебаний молекул (диполей) пластовой нефти, обеспечивают возникновение пикового резонанса электромагнитных колебаний и его управляемое принудительное перемещение вместе с самими углеводородами 19 повторяющимися
45 пробегами к добывающей скважине 1, используя принцип обратной связи в режиме реального времени, обеспечивая тем самым дополнительное принудительное вытеснение пластовых углеводородов 19.

И наконец, в процессе добычи, проводимой традиционным способом, в нагнетательную скважину 10 с помощью нагнетательного насоса 28 (Фиг.1),
50 расположенного на поверхности, в продуктивный пласт сквозь перфорационные отверстия в обсадной колонне 11 нагнетают поток 29 минерализованной воды, повторно используя, в том числе пластовую воду 12 по замкнутому циклу. При

установившемся режиме добычи в добывающей скважине 1 в пространстве между колонной обсадных труб 2 и колонной НКТ 4 на глубине $H_{\text{дин}}$ устанавливается столб скважинной жидкости. Указанная глубина представляет собой динамический уровень добываемого флюида, который отбирают с помощью добывающего насоса 3, получающего, в данном примере, возвратно-поступательное движение от станка-качалки 30.

Кроме того, сначала в продуктивном пласте между соседними скважинами 1 и 10 пропускают сквозь минерализованную пластовую воду 12 переменный электрический ток с частотой, резонирующей с собственной частотой колебаний пластовых углеводородов 19, с целью уточнения геофизических параметров рассматриваемого участка продуктивного пласта с помощью генератора-приемника 23 на дневной поверхности, а только затем начинают излучать встречно направленные модулированные электромагнитные волны 21 и 22.

Как вариант, модулированные электромагнитные колебания 21 из добывающей скважины 1 излучают с управляемым уменьшением мощности от номинального экономически целесообразного значения до нуля, а модулированные электромагнитные колебания 22 из нагнетательной (или соседней) скважины 10 излучают с управляемым увеличением мощности от нуля до того же номинального значения.

Далее, при периодических пробегах пикового управляемого резонанса в сторону добывающей скважины 1 мощность пропускаемого сквозь минерализованную пластовую воду 12 переменного электрического тока 25, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний пластовых углеводородов 19, увеличивают до экономически целесообразных значений во время прохождения мест скопления остаточной нефти или нефти, изолированной пластовой водой в ловушках и пленах 31 (Фиг.2).

Потом излучение встречно направленных модулированных электромагнитных волн 21 и 22 и согласованное с ним пропускание переменного электрического тока 25, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний пластовых углеводородов 19, осуществляют периодически по мере снижения ранее достигнутого дебита добывающей скважины 1.

Причем используют либо одну фазу переменного электрического тока 25 (Фиг.1) резонансной частоты, либо две и более фаз. Так, например, каждый из электродов 18 трехфазного переменного тока резонансной частоты размещают в разных соседних скважинах, либо три электрода 18 трех фаз переменного тока 25 устанавливают сквозь перфорационные отверстия обсадной колонны 11 нагнетательной (или соседней) скважины 10 в направлении добывающей 1, а один электрод 8 нулевой фазы переменного тока 25 устанавливают сквозь перфорационное отверстие обсадной колонны 2 добывающей скважины 1 в направлении нагнетательной (или соседней) 10 таким образом, что каждый из них проникает в продуктивный пласт на величину пулевого или торпедного прострела типового перфоратора, причем каждый из электродов гарантированно изолирован от обсадной колонны за счет собственных диаметров, меньших диаметров перфорационных отверстий.

Кроме того, излучение встречно направленных модулированных электромагнитных волн 21 и 22, а также согласованное с ним пропускание переменного электрического тока 25, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний пластовых углеводородов 19, при задействовании

более двух соседних скважин 10, одна из которых добывающая 1, осуществляют веерообразно либо по часовой стрелке, либо против для равномерного охвата всей площади разрабатываемой залежи, примыкающей к добывающей скважине 1. Как вариант, веерообразное относительно добывающей скважины 1 перемещение зоны электромагнитного резонансного воздействия на продуктивный пласт замедляют или приостанавливают в местах скопления остаточной нефти 31 (Фиг.2), а затем вновь продолжают его в оптимальном для достижения максимально эффективной нормы отбора нефти режиме.

Данный способ реализуют с использованием напряжения 380 В и силы тока от 20 А до величин, рентабельных при разработке каждого конкретного месторождения в периодическом и импульсном режиме. Электромагнитное резонансное воздействие на молекулы (диполи) пластовых углеводородов осуществляют, поэтапно разрушая кластерные макромолекулярные образования из длинноразмерных цепочек углеводородов с высокой молекулярной массой во взаимодействии с молекулами минерализованной пластовой воды до образования короткоразмерных цепочек углеводородов с меньшей молекулярной массой при минимизации взаимодействия с молекулами минерализованной воды в следующем диапазоне частот (см. Таблицу):

Спектры	Частоты, Гц	Длины волн	Принятые единицы измерения
ЯКР	$10^6 \dots 10^9$	30...300 м	МГц
ЯМР	$10^7 \dots 10^8$	около 5 м	МГц
ЭПР	$10^9 \dots 10^{11}$	около 3 см	МГц
Вращательные	$10^{10} \dots 10^{12}$	3 см ... 0,03 мм	МГц
Колебательные	$10^{12} \dots 10^{13}$	3 мкм ... 3 мм	см ⁻¹
Электронные	$10^{14} \dots 10^{16}$	3...700 нм	нм

После разделения углеводородов в пластовых условиях под воздействием электромагнитного резонансного излучения дальнейшее воздействие осуществляют в области частот, соответствующих волновому числу порядка 3000 см⁻¹, что соответствует собственным частотам молекул (диполей) углеводородов.

В результате воздействия на продуктивный пласт коэффициент извлечения нефти (КИН) увеличивается с начальных 30% до 50-60% в зависимости от индивидуальных геологических и геофизических особенностей разрабатываемой залежи.

Формула изобретения

1. Способ добычи нефти, природного газа и газового конденсата путем электромагнитного резонансного вытеснения их из продуктивного пласта, включающий создание в продуктивном пласте между добывающей скважиной и близлежащей к ней, в том числе нагнетательной, скважиной с помощью резонансно-волновых генераторов и излучателей, погруженных в упомянутые скважины на глубину зоны перфорации, встречно направленных модулированных потоков электромагнитных колебаний, резонирующих с собственной частотой колебаний углеводородного флюида, формирование с помощью размещенной на поверхности аппаратуры пикового резонанса электромагнитных колебаний и его принудительное перемещение к добывающей скважине повторяющимися пробегами вместе с углеводородами, используя принцип обратной связи в режиме реального времени, отличающийся тем, что в продуктивном пласте через встречно направленные и изолированные от обсадных колонн электроды пропускают сквозь минерализованную пластовую воду переменный электрический ток с частотой,

резонирующей с собственной частотой колебаний молекул - диполей пластовых углеводородов, тем самым эффективно ретранслируя встречно направленные модулированные электромагнитные потоки на всю длину пласта между соседними скважинами и обеспечивая дополнительное принудительное вытеснение пластовых углеводородов к добывающей скважине.

2. Способ добычи по п.1, отличающийся тем, что, с целью уточнения геофизических параметров рассматриваемого участка продуктивного пласта с помощью генератора-приемника на дневной поверхности, сначала в продуктивном пласте между соседними скважинами пропускают сквозь минерализованную пластовую воду переменный электрический ток с частотой, резонирующей с собственной частотой колебаний молекул - диполей пластовых углеводородов, а только затем начинают излучать встречно направленные модулированные электромагнитные волны.

3. Способ добычи по п.1, отличающийся тем, что модулированные электромагнитные колебания из добывающей скважины излучают с управляемым уменьшением мощности от номинального экономически целесообразного значения до нуля, а модулированные электромагнитные колебания из нагнетательной или соседней скважины излучают с управляемым увеличением мощности от нуля до того же номинального значения.

4. Способ добычи по п.1, отличающийся тем, что при периодических пробегах пикового управляемого резонанса в сторону добывающей скважины мощность пропускаемого сквозь минерализованную пластовую воду переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул - диполей пластовых углеводородов, увеличивают до экономически целесообразных значений во время прохождения мест скопления остаточной нефти или нефти, изолированной пластовой водой в ловушках и пленках.

5. Способ добычи по п.1, отличающийся тем, что излучение встречно направленных модулированных электромагнитных волн и согласованное с ним пропускание переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул - диполей пластовых углеводородов, осуществляют периодически по мере снижения ранее достигнутого дебита добывающей скважины.

6. Способ добычи по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что три электрода трех фаз переменного тока устанавливают сквозь перфорационные отверстия обсадной колонны нагнетательной или соседней скважины в направлении добывающей, а один электрод нулевой фазы переменного тока устанавливают сквозь перфорационное отверстие обсадной колонны добывающей скважины в направлении нагнетательной или соседней, таким образом, что каждый из них проникает в продуктивный пласт на величину пулевого или торпедного прострела типового перфоратора, причем каждый из электродов гарантированно изолирован от обсадной колонны за счет собственных диаметров, меньших диаметров перфорационных отверстий.

7. Способ добычи по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что каждый из электродов трехфазного переменного тока резонансной частоты размещают в разных соседних с добывающей скважинах.

8. Способ добычи по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что используют только одну фазу переменного электрического тока резонансной частоты.

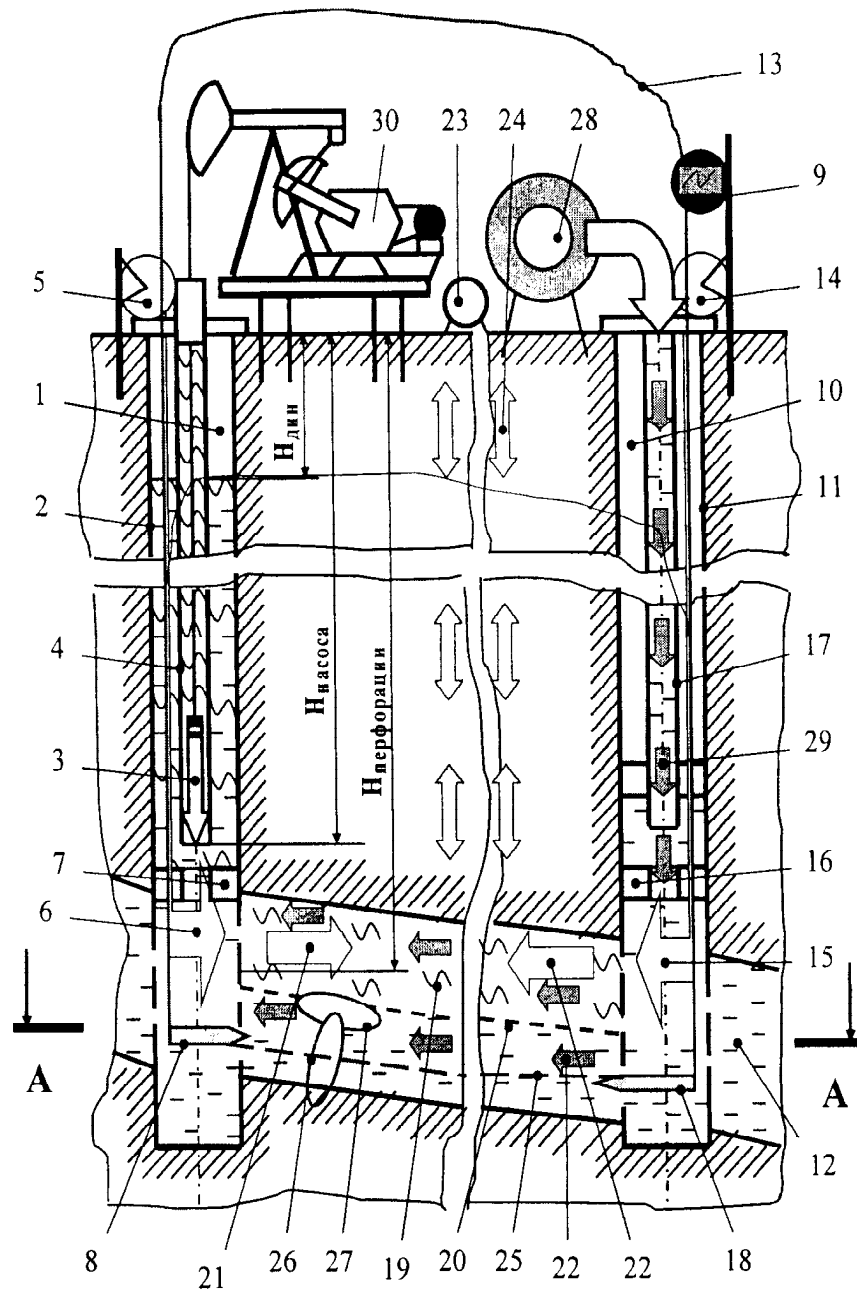
9. Способ добычи по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что применяют две и более фаз переменного электрического тока с частотой, равной частоте собственных колебаний молекул - диполей углеводородов.

10. Способ добычи по п.1, отличающийся тем, что излучение встречно

направленных модулированных электромагнитных волн и согласованное с ним пропускание переменного электрического тока, имеющего частоту, резонирующую с собственной частотой колебаний молекул - диполей пластовых углеводородов, при
5 задействовании более двух соседних скважин, одна из которых добывающая, осуществляют веерообразно либо по часовой стрелке, либо против для равномерного охвата всей площади разрабатываемой залежи, примыкающей к добывающей скважине.

11. Способ добычи по п.10, отличающийся тем, что веерообразное относительно
10 добывающей скважины перемещение зоны электромагнитного резонансного воздействия на продуктивный пласт замедляют или приостанавливают в местах скопления остаточной нефти, а затем вновь продолжают его в оптимальном для достижения максимально эффективной нормы отбора нефти режиме.

12. Способ добычи по одному из пп.1-11, отличающийся тем, что электромагнитное
15 резонансное воздействие на молекулы - диполи пластовых углеводородов осуществляют поэтапно, разрушая кластерные макромолекулярные образования из длинноразмерных цепочек углеводородов с высокой молекулярной массой во взаимодействии с молекулами минерализованной пластовой воды до образования
20 короткоразмерных цепочек углеводородов с меньшей молекулярной массой при минимизации взаимодействия с молекулами минерализованной воды в диапазоне частот от 10^6 Гц до 10^{14} Гц.



Фиг.1

