Изобретение относится к способам извлечения среды из капиллярно-пористой формации и может быть использовано в нефтяной и газовой промышленности при добыче углеводородов, в текстильной промышленности при обработке тканей, в кожевенной - при выделке кож и в других областях, где необходимо извлечь среду, заполняющую капиллярно-пористые материалы, тела, образования и т.д.

Наиболее близким к изобретению является способ добычи нефти с помощью газонапорного режима пласта в сочетании с низкоамплитудным сейсмическим возбуждением.

Способ предполагает добычу нефти путем закачки газообразного флюида, такого как двуокись углерода, с одновременным воздействием передающимися через нефтесодержащую породу вибрациями в диапазоне сейсмических частот от 0,1 до 500Гц, предпочтительно от 1 до 100Гц.

Недостатком способа является неэффективность использования возможностей воздействия колебаниями на капиллярно-пористую формацию в сочетании с закачкой различных флюидов, а также значительная продолжительность извлечения среды для капиллярно-пористой формации или ее пропитки.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в повышении эффективности способа извлечения среды из капиллярно-пористой формации или ее пропитки, а также в обеспечении расширения областей применения.

Указанная задача решается настоящим изобретением в соответствии с предложенным способом извлечения среды из капиллярно-пористой формации и ее пропитки, включающий закачку флюида и воздействие периодическими колебаниями в диапазоне между реперными значениями частоты, причем воздействие ведут, изменяя частоту периодических колебаний монотонно или дискретно в диапазоне от ее капиллярного реперного значения до ее наибольшего реперного значения, и наоборот, от наибольшего значения до наименьшего, и/или импульсами, изменяя частоту их следования.

Здесь и далее под капиллярно-пористой формацией подразумеваются различные капиллярно-пористые тела, образования и т.д., например, такие, как мембраны, ткани, грунты, нефтегазоносные пласты и т.д.

Частоту колебаний изменяют на выбранном интервале от ее меньшего значения до ее большего значения, а затем - от ее большего значения до ее меньшего значения. Аналогично изменяют частоту следования импульсов. Изменение может быть монотонным, по гармоническому закону и дискретным. Такой режим наиболее эффективен для проникновения вытесняющего флюида в капиллярно-пористую формацию и ускорения его движения в ней, а также полноты извлечения среды из капиллярно-пористой формации. Эффективность воздействия повышается, если при изменении частоты колебаний увеличивают их амплитуду. Наиболее сильно это проявляется при дискретном изменении частоты, когда скачкообразный переход с одной частоты на другую сопровождают увеличением амплитуды колебаний.

При извлечении углеводородов из пластов, целесообразно дискретно изменять частоту преимущественно через 5 - 20Гц, что продиктовано физикой процесса и техническими особенностями источников колебаний.

Однако, при очистке, например, тонких фильтров, дискретно частоту лучше изменять скачком на декаду - например, 10, 100, 1000Гц.

Также, для многих случаев применения технологии и, в первую очередь, добычи нефти, газа, конденсата, изменяют частоту периодических колебаний в интервале от 0,1 до 300Гц и от 300 до 0,1Гц, преимущественно от 1 до 80Гц и от 80 до 1Гц. В этом случае можно вести эффективное воздействие на объекты большой площади и объема.

Также эффективность дополнительного воздействия повышается, если оно проводится пакетами импульсов и/или цугами волн.

Осуществление воздействия с помощью более одного источника колебаний позволяет воздействовать на больший объем объекта воздействия и повышает эффективность способа. Кроме того, режимы одновременного воздействия гармоническими колебаниями, цугами волн, импульсами и пакетами импульсов, трудно осуществить с помощью одного источника. При этом эффективность воздействия наиболее полно проявляется, когда колебания, генерируемые разными источниками колебания, смещены по фазе, и, по крайней мере, два источника колебаний работают в противоположных режимах изменения частоты - один в режиме ее повышения, в то время как другой - режиме понижения, а при достижении крайних значений интервала - наоборот. При этом лучший результат достигается, когда, по крайней мере, один источник колебаний работает в режиме непрерывного изменения частоты, а, по крайней мере, еще один из них работает в режиме дискретного изменения частоты.

Воздействие ведут периодически, что позволяет сэкономить энергетические затраты. Воздействие могут осуществлять как одновременно с закачкой флюидов, например, повторяя их через определенные интервалы, так и после прекращения закачки порции флюида, например, чередуя закачки и воздействия.

Колебания на объект могут передаваться или через капиллярно-пористую формацию или через закачиваемый или закаченный флюид, в зависимости от конкретных условий. Например, если необходимо воздействовать колебаниями на нефтяную залежь, то можно использовать источник сейсмических колебаний, устанавливаемый на поверхности земли над месторождением. Если ведется процесс пропитки тканей или кож, то колебания следует передавать через флюид и т.д. В этих случаях флюид закачивают в пространство, находящееся под капиллярно-пористой формацией, из которой извлекают заполняющую ее среду, или которую пропитывают средой. При воздействии колебаниями повышается флюидонасыщенность.

Часто наиболее эффективно передавать колебания по волноводу, выполненному как концентратор, или имеющий концентратор в зоне воздействия. При этом колебания можно передать с наименьшими потерями амплитуды и усилить эффект от воздействия непосредственно в требуемом месте.

Для предотвращения выпадения углеводородов, например, газового конденсата из газа, давление и температуру в капиллярно-пористой формации поддерживают не ниже их значений, соответствующих началу конденсации углеводородов. Это способствует и переходу в однофазное газовое состояние уже выпавших, например, в пласте углеводородов. В технологии разработки газоконденсатных месторождений, давление поддерживается постоянным путем обратной закачки в пласт предварительно осушенного газа (сайклинг-процесс). Воздействие при этом колебаниями с режимами, описанными выше, несет в себе ряд преимуществ. Это ускоренное продвижение закачиваемого газа по пласту, регулируемое и более равномерное; увеличение коэффициента охвата; возможности предотвращения непосредственного прорыва сухого газа в скважины; увеличение подвижности выпавшего конденсата, более интенсивное вымывание целиков жирного газа при меньших расходах сухого газа, сокращение продолжительности периода обратной закачки, в более щадящем режиме работают компрессорные станции, достигается более полное извлечение газа и конденсата и т.д.

Также, процессы заводнения нефтяных и газоконденсатных залежей являются одними из основных технологий разработки месторождений. Сочетание закачки воды с воздействием колебаниями позволяет существенно расширить возможности метода и повысит его эффективность. Колебания способствуют предотвращению защемления газа, дополнительной фильтрации газа через фронт вытеснения, т.е. существенно ускоряется выход газа, скорость пропитки, увеличивается полнота вытеснения при существенном уменьшении остаточной газонасыщенности.

Флюид закачивают, изменяя его температуру, чтобы влиять на процесс растворения и выделения газовой фазы. Также, для снижения вязкости извлекаемой среды воздействие колебаниями сопровождают тепловым воздействием, например, закачивая газовый флюид, пар. В качестве закачиваемого флюида может быть использован пар или газ, или жидкость, или жидкость, содержащая газ, растворитель, жидкий растворитель, обогащенный газом, широкая фракция легких углеводородов.

Также, тепловое воздействие можно осуществлять и другими способами, например, с помощью электронагрева или процесса горения и т.д. При добычи нефти, например, используют внутрипластовое горение, т.е. процесс горения осуществляют внутри капиллярно-пористой формации. Кроме того, в капиллярно-пористой формации поддерживают давление и температуру не ниже их

значений, соответствующих началу конденсации углеводородов.

Закачка растворителя при воздействии колебаниями существенно повышает эффективность извлечения вещества или его отдельных компонентов из капиллярно-пористой формации. Существенно интенсифицируется массообмен. Процесс происходит эффективней, если он сопровождается тепловым воздействием. Эффективно применять нагретый растворитель. Часто в качестве закачиваемого флюида имеет смысл использовать широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ). Также растворитель, в том числе и ШФЛУ, может быть обогащен газом. Это эффективно при извлечении из грунтов нефти и нефтепродуктов, выпавшего в пласте газового конденсата.

Во многих случаях целесообразно закачивать в область под капиллярно-пористую формацию жидкость, причем закачиваемая жидкость представляет собой воду или воду, содержащую газ, например, двуокись углерода CO_2. При воздействии колебаниями на закачиваемый флюид начинается и интенсифицируется процесс дегазации и ускоряется движение газа в пористой среде. Вместе с газом начинает фильтроваться и, например, жидкость, находящаяся в пористой формации, даже при отсутствии внешнего перепада давления. Движение ее осуществляется за счет транспорта пульсирующими пузырьками выделившегося газа, а также вытеснения ее газом. Наиболее эффективно процесс протекает именно при указанных выше режимах воздействия.

Также, процесс заводнения бывает целесообразно сопровождать снижением давления в капиллярно-пористой формации. При этом облегчается выход защемляемого газа.

Во многих случаях применения технологии оптимально использовать закачку двуокиси углерода, например, при добыче нефти, газового конденсата.

Также, например, при смешивающемся вытеснении имеет смысл закачивать азот, так как он в несколько раз дешевле, чем природный газ и закачка азота характеризуется высокой нефтеотдачей.

Таким образом, технический результат предлагаемого способа заключается в повышении эффективности воздействия на капиллярно-пористую формальность, причем воздействие ведут, изменяя частоту колебаний и/или частоту следования импульсов, т.е. используют оптимальные режимы воздействия. Это проявляется в более полном извлечении среды за меньший промежуток времени и меньших энергозатратах. Способ дает положительные результаты даже в тех случаях, когда другие способы (в том числе с использованием операции воздействия колебаниями и закачки флюида) не приносят сколько-нибудь ощутимых последствий их применения. Кроме того, существенно расширяются области использования способа по сравнению с прототипом.

На фиг.1 показана схема варианта реализации способа для добычи нефти из пласта; на фиг.2 - схема внутриконтурного заводнения газоконденсатной залежи; на фиг.3 - схема устройства для очистки грунта; на фиг.4 - схема осуществления способа для пропитки тканей; на фиг.5 - схема пропитки тканей с использованием электрического поля.

Пример 1. Для извлечения газового конденсата, выпавшего в результате ретроградной конденсации в пласте 1 (фиг.1) Вуктыльского газоконденсатного месторождения, в скважину 2 помещают источник колебаний 3 электродинамического типа. Над пластом на поверхности земли устанавливают два дебалансных виброисточника сейсмических колебаний 4, 5 и электромагнитный молот 6. Возможны и другие варианты размещения источников колебаний. В скважину 2 нагнетают (закачивают) широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ) и с помощью станции управления 7 приводят в действие источник колебаний от 0,1 до 300Гц и обратно. Виброисточник 4 изменяет частоту дискретно через каждый 5Гц от 80 до 1Гц и обратно. При скачкообразном изменении частоты увеличивают амплитуду колебаний виброисточника 5. Дополнительно на пласт воздействуют импульсами и помощью молота 6, совершающего 30 - 50 ударов в минуту. Электродинамическим источником 3 на пласт в зоне закачки в него ШФЛУ воздействуют цугами по 3 - 15 волн, частотой 5 - 10Гц, следующими через 2 - 5 и более минут. Через скважину 8 извлекают добываемый флюид. После прекращения закачки ШФЛУ, цикл можно повторить, закачивая двуокись углеводорода или другой флюид. Воздействие можно вести и в менее интенсивном режиме. Например, используя виброисточник 4, изменяя частоту колебаний от 1 до 10Гц и обратно, и воздействуя пакетами импульсов молотом 6 через 1 - 3 минуты или 10 - 20мин или несколько часов. Это определяется свойствами флюида, коллектора и т.д. Закачку вытесняющего флюида необязательно сопровождать постоянным воздействием колебаниями, в т.ч. импульсными, а целесообразно их производить периодически, через определенные промежутки времени. Периодичность воздействия может определяться и неделями, и месяцами, в зависимости от конкретных геологических условий.

Пример 2. В процессе внутриконтурного заводнения газоконденсатной залежи при наличии контурной воды, в пласт 9 (фиг.2) по нагнетательным скважинам 10 в зону газоводяного контакта (ГВК) 11 закачивают воду. Колебания от импульсных источников 12, 13 по волноводам 14, имеющим концентраторы 15, также передают в зону ГВК. Импульсы передают с разной частотой следования, например, на источнике 13 с увеличением частоты следования, в то время как на источнике 12 - с уменьшением частоты следования.

Непрерывное изменение частоты следования импульсов по гармоническому закону от большей частоты к меньшей и наоборот, сопровождают воздействиями пакетами импульсов. Газ добывают по скважинам 16.

Пример 3. Очистка грунта, загрязненного нефтепродуктами. В емкость 17 (фиг.3) на пористую перегородку 18 загружают грунт 19, содержащий нефтепродукты. В полость 20 под перегородкой закачивают воду с двуокисью углерода и воздействуют на закаченный флюид колебаниями с помощью мембраны 21 электродинамического излучателя (не показан). Изменяют частоту мембраны от 1 до 300Гц и обратно, монотонно и дискретно, чередуя гармонические колебания импульсами, пакетами импульсов и цугами волн. Это приводит к бурной дегазации воды и интенсивного движения пузырьков через пористую перегородку и грунт. Над противоположной поверхностью грунта от мембраны появляется слой воды и нефтепродуктов. Воздействие колебаниями рекомендуется предвосхищать и сопровождать тепловым воздействием, например, с помощью электронагревателей 22.

Пример 4. Пропитку тканей указанным способом производят следующим образом. Под пропитываемую ткань 23 (фиг.4) помещают источник колебаний 24 и в пространство 25 между источниками колебаний 24 и тканью 23 заканчивают краситель с газовыми пузырьками, изменяя частоту гармонических колебаний и чередуя или сопровождая их дополнительными импульсными воздействиями, пакетами импульсов или цугами волн. Дискретное изменение частоты сопровождают увеличением амплитуды. Источник колебаний может быть источником упругих колебаний (низкочастотных или ультразвуковых) или представлять собой электроды 4, создающие электрическое поле (неоднородное электрическое поле) - фиг.5.

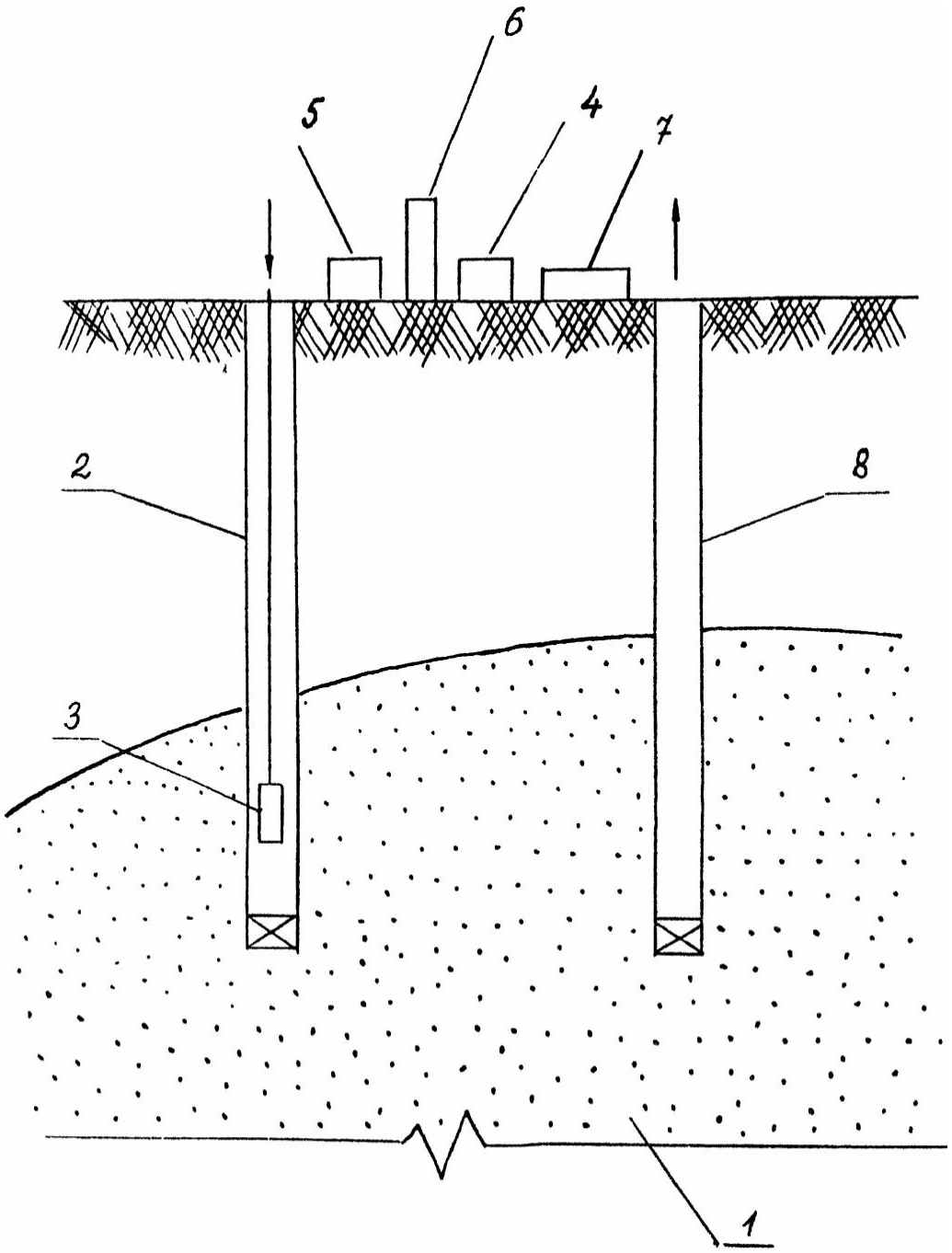
Возможно совмещенное применение этих источников колебаний.

Сравнение с прототипом, показывает, что воздействие вибрациями в диапазоне от 0,1 до 500Гц и предпочтительно от 1 до 1000Гц и закачка газообразного флюида, такого, как двуокись углерода, хотя и дает положительные результаты, не является оптимальным. Существенно более эффективным является сочетание закачки флюида и воздействие колебаниями, дополнительно сопровождаемое импульсами и/или цугами волн, пакетами импульсов. При этом, частоту колебаний целесообразно изменять от ее меньшего значения до большего и наоборот. Эксперименты сравнения на моделях пласта показали, что при этом объемы извлекаемого флюида по сравнению с прототипом увеличиваются в 1,2 - 1,6 раза, за время, в 1,5 - 2 раза меньшее, и меньших энергетических затратах, причем работа источников колебаний требовалась только периодическая. Закачка других флюидов - растворителей, воды, воды с CO_2 существенно расширяет возможности способа, например, при добыче газа искусственным заводнением и т.д. Также эффективность способа повышается при извлечении из капиллярно пористой среды высоковязких нефтей.

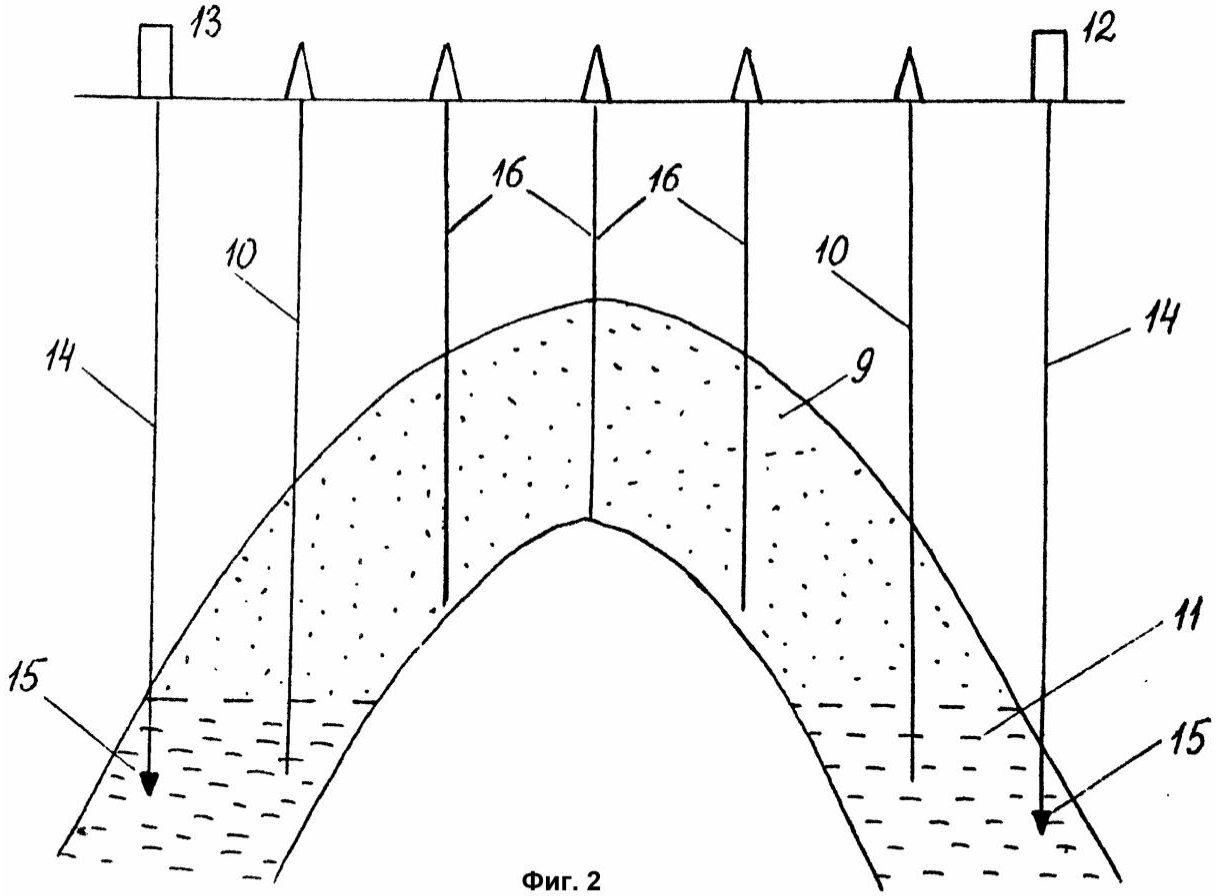
Существенным преимуществом способа является то, что он может эффективно применяться как процесс заводнения на газовых, газоконденсатних и нефтегазоконденсатных месторождениях, что до сих пор из-за больших объемов защемленного газа не практиковалось.

Способ обладает и другими преимуществами, очевидными для специалистов.

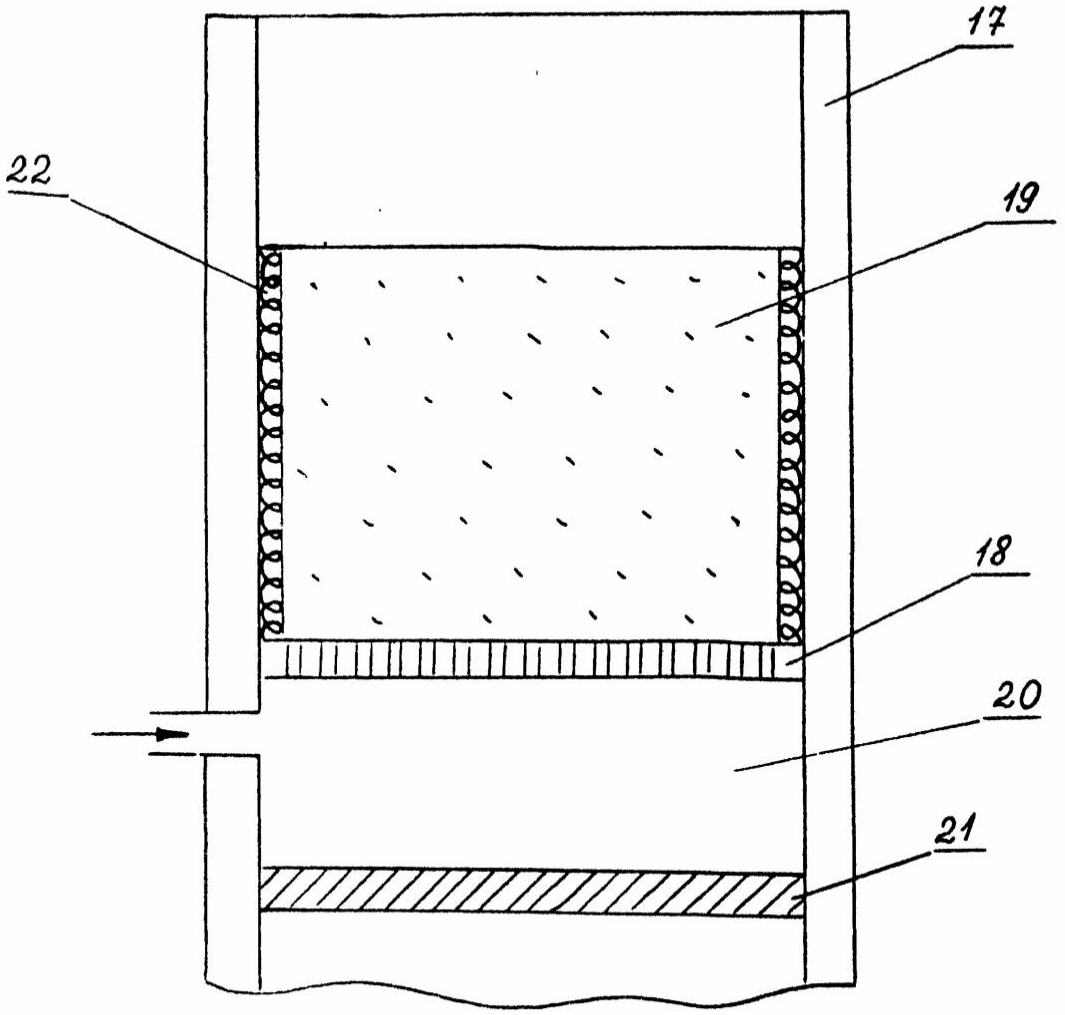
В заключение можно указать, что воздействие колебаниями может предполагать и воздействие электромагнитными колебаниями. Также при разработке месторождений на поздней стадии, истощенных месторождений, способ может предполагать и другие традиционные операции вторичных и третичных методов добычи.



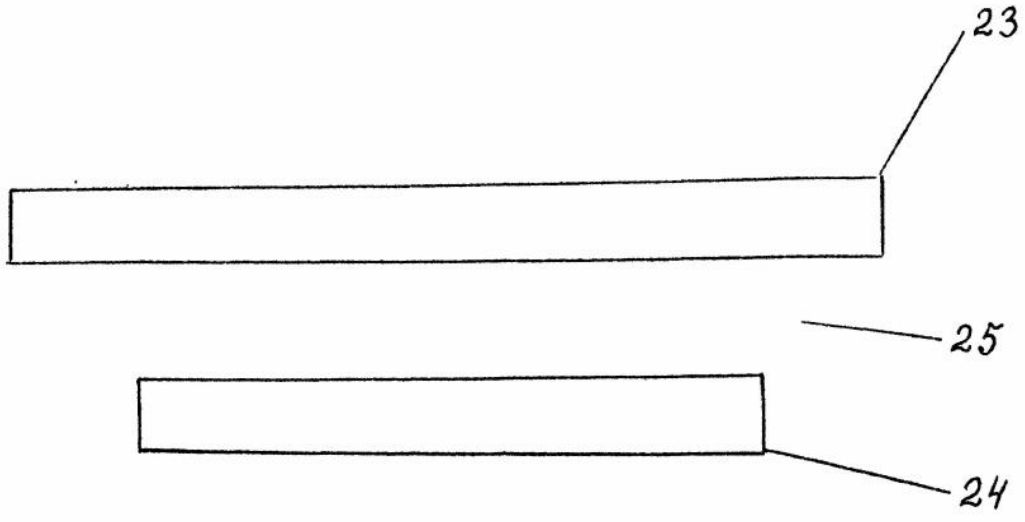
Фиг. 1



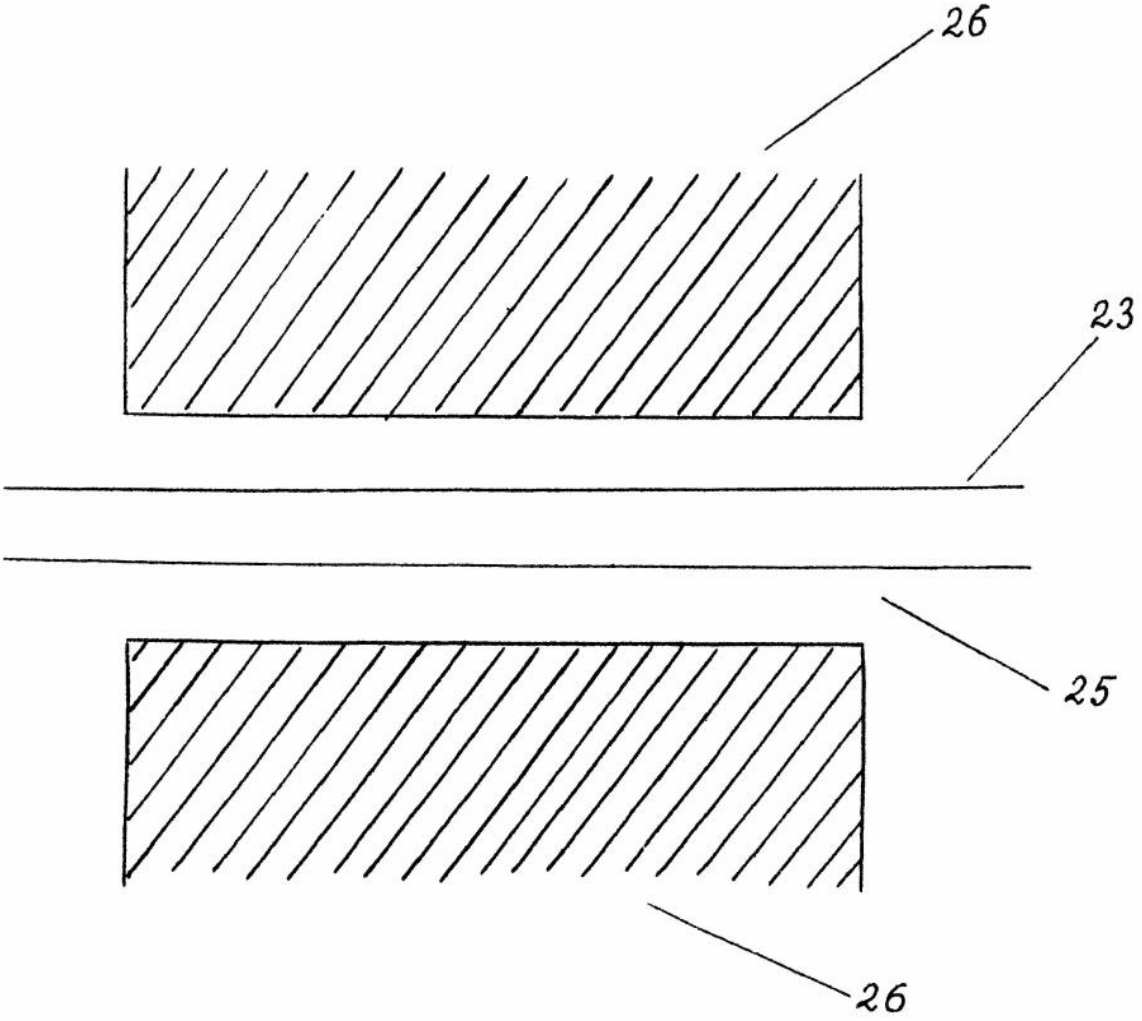
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5