



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006114647/03, 28.04.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.04.2006(30) Конвенционный приоритет:  
29.04.2005 US 10/908,161

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2007

(45) Опубликовано: 10.06.2010 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: GB 2397382 A, 21.07.2004. SU 1702795 A1,  
27.05.1995. RU 2105879 C1, 27.02.1998. GB  
2362960 A, 05.12.2001. US 6688390 B2,  
10.02.2004.

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву,  
рег.№ 146

(72) Автор(ы):

ФРИМАРК Дарси (СА),  
БОРМАН Крэйг (СА),  
ХАММАМИ Ахмед (СА),  
МУХАММЕД Моин (СА),  
ДЖЕЙКОБС Скотт (СА),  
БРАУН Джонатан В. (US),  
КЕРКДЖИАН Эндрю Л. (US),  
ДУН Чэнли (US),  
ДХРУВА Бриндеш (US),  
ХАВЛИНЕК Кеннет Л. (US),  
ГУДВИН Энтони Р. Х. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ШЛЮМБЕРГЕР ТЕКНОЛОДЖИ БВ (NL)

## (54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ФЛЮИДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологиям проведения оценки подземной формации с помощью скважинного инструмента, размещенного в стволе скважины, проходящей в подземной формации. Техническим результатом является точный анализ флюида в реальном режиме времени в стволе скважины. Устройство для анализа флюида, содержащее испытательную камеру, приспособление для

перемещения флюида, нагнетательное средство и, по меньшей мере, один датчик. Испытательная камера образует оценочную полость для приема флюида. Приспособление для перемещения флюида имеет силовое средство, прикладывающее усилие к флюиду, заставляя флюид перемещаться внутри полости. Нагнетательное средство непрерывно изменяет давление флюида. 4 н. и 23 з.п. ф-лы, 8 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 391 503** (13) **C2**

(51) Int. Cl.  
*E21B 49/08* (2006.01)  
*G01N 27/08* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006114647/03, 28.04.2006**

(24) Effective date for property rights:  
**28.04.2006**

(30) Priority:  
**29.04.2005 US 10/908,161**

(43) Application published: **20.11.2007**

(45) Date of publication: **10.06.2010 Bull. 16**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg.№ 146**

(72) Inventor(s):

**FRIMARK Darsi (CA),  
BORMAN Krehjg (CA),  
KhAMMAMI Akhmed (CA),  
MUKhAMMED Moin (CA),  
DZhEJKOBS Skott (CA),  
BRAUN Dzhonatan V. (US),  
KERKDZhIAN Ehndrju L. (US),  
DUN Chehnlj (US),  
DKhRUVA Brindesh (US),  
KhAVLINEK Kennet L. (US),  
GUDVIN Ehntoni R. Kh. (US)**

(73) Proprietor(s):

**ShLJuMBERGER TEKNOLODZhi BV (NL)**

(54) **METHOD AND DEVICE TO ANALYSE FLUID**

(57) Abstract:

FIELD: oil-and-gas industry.

SUBSTANCE: proposed device comprises test chamber, appliance to displace fluid, pressure device and at least one transducer. Test chamber makes a fluid receiving estimation chamber. Appliance to

displace fluid comprises drive to act on fluid to make it displace inside said test chamber. Pressure device continuously varies fluid pressure.

EFFECT: accurate real-time analysis inside borehole.

27 cl, 8 dwg

RU 2 391 503 C2

RU 2 391 503 C2

Настоящее изобретение относится к технологиям проведения оценки подземной формации с помощью скважинного инструмента, размещенного в стволе скважины, проходящей в подземной формации. Более конкретно, но не в качестве ограничения, настоящее изобретение относится к технологиям проведения измерений флюидов формации.

Скважины бурятся для определения местонахождения и добычи углеводородов. Скважинный буровой инструмент с буровой коронкой на его конце углубляется в землю для образования ствола скважины. По мере углубления бурового инструмента буровой раствор прокачивается через буровой инструмент и выходит из буровой коронки для охлаждения бурового инструмента и для удаления шлама. Буровой раствор дополнительно образует фильтрационную корку, которая покрывает ствол скважины.

Во время буровых работ желательно выполнять различные оценки формации, пройденной стволом скважины. В некоторых случаях буровой инструмент должен быть вынут, и инструмент может быть спущен в ствол скважины на тресе для испытания и/или отбора проб формации. В других случаях буровой инструмент может снабжаться устройством для испытания и/или отбора проб окружающей формации, и буровой инструмент может быть использован для выполнения испытания или отбора проб. Эти пробы или испытания могут быть использованы, например, для определения местонахождения полезных углеводородов.

Оценка формации зачастую требует, чтобы флюид из формации был извлечен в скважинный инструмент для испытания и/или отбора проб. Различные устройства, такие как зонды, выдвигаются из скважинного инструмента для установления взаимодействия с флюидом формации, окружающей ствол скважины, и для извлечения флюида в скважинный инструмент. Типичным зондом является цилиндрический элемент, выдвинутый из скважинного инструмента и размещенный напротив боковой стенки ствола скважины. Резиновый уплотнитель на конце зонда используется для создания уплотнения со стенкой ствола скважины. Другое устройство, используемое для образования уплотнения со стволом скважины, называется двойным уплотнителем. С использованием двойного уплотнителя два эластомерных кольца натягиваются на инструмент, чтобы изолировать часть ствола скважины между ними. Кольца образуют уплотнение со стенкой ствола скважины и позволяют флюиду попадать в изолированную часть ствола скважины и во впускное отверстие в скважинном инструменте.

Фильтрационная корка, покрывающая ствол скважины, часто оказывает содействие зонду и/или двойному уплотнителю в создании уплотнения со стенкой ствола скважины. Когда уплотнение сделано, флюид из формации извлекается в скважинный инструмент через впускное отверстие из-за понижения давления в скважинном инструменте. Примеры зондов и/или уплотнителей, используемых в скважинных инструментах, описаны в патентах США №№6301959; 4860581; 4936139; 6585045; 6609568 и 6719049 и заявке на патент США №2004/0000433.

Оценка формации обычно выполняется на флюиде, извлеченном в скважинный инструмент. В настоящий момент существуют технологии выполнения различных измерений, предварительных испытаний и/или отбора проб флюида, который поступает в скважинный инструмент.

Флюид, проходящий через скважинный инструмент, может быть испытан для определения различных скважинных параметров или свойств. Различные свойства углеводородных флюидов резервуара, такие как вязкость, плотность и фазовое

поведение флюида в условиях резервуара, могут быть использованы для оценки потенциальных запасов, определения потока в пористой среде и проектирование конструкции систем завершения, отделения, обработки и измерения, среди прочего.

5 Дополнительно, пробы флюида могут быть собраны в скважинном инструменте и извлечены на поверхность. Скважинный инструмент хранит флюиды формации в одной или более отборных камерах или баллонах для образцов и извлекает баллоны на поверхность с флюидом формации, находящимся под давлением. Пример такого типа отбора проб описан в патенте США №6688390. Такие пробы иногда называются живыми флюидами. Такие флюиды могут затем быть отправлены в подходящую лабораторию для дальнейшего анализа. Обычный анализ или определение параметров флюида может включать, например, анализ состава, свойств флюида и фазового поведения. В некоторых случаях такой анализ может быть также осуществлен на поверхности скважины с использованием передвижной лабораторной системы.

10

15 Разработаны технологии для выполнения испытаний живого флюида на поверхности. Многие измерения флюида могут требовать времени порядка часа и более. Например, при анализе или обнаружении фазового поведения флюид начинает с одного состояния, жидкого или газового. Температура поддерживается постоянной. Объем увеличивается серией малых шагов. Перед выполнением следующего шага по изменению объема давление должно быть стабильным. Для уменьшения времени, требующегося для стабилизации давления, флюид активно перемешивается. Такое перемешивание обычно включает размешивание, взбалтывание, сдвиг, вибрацию, и/или другое перемещение объема флюида. Во время процесса или шагов увеличения объема используются оптические технологии для определения присутствия

20

25 отдельных фаз. Например, камера высокого давления с 2-микронным разрешением может быть использована для получения изображений через оптическое окно, и могут быть сделаны измерения поглощения света с использованием ближней инфракрасной области спектра.

30

Во время взятия проб флюид резервуара может демонстрировать множество фазовых переходов. Часто эти переходы являются результатом охлаждения, падения давления и/или изменений состава, которые происходят, когда флюид извлекается в инструмент и/или извлекается на поверхность. Определение характеристик фазового поведения флюида является ключевым при планировании и оптимизации разработки и добычи месторождения. Изменения температуры (Т) и давления (Р) флюида формации часто влечет многофазное разделение (например, жидкость-пар, жидкость-твердое вещество, жидкость-жидкость, пар-жидкость и так далее) и рекомбинацию фаз.

35

40 Подобным образом однофазный газ обычно имеет огибающую, на которой отделяется жидкая фаза, известную как точка конденсации. Эти изменения могут помешать измерениям, проводящимся во время оценки формации. Более того, имеется значительная задержка во времени между отбором проб и испытанием на поверхности или в сторонних лабораториях.

45 Поэтому желательно создать технологии, способные выполнять оценку флюида формации. Дополнительно желательно, чтобы такие технологии обеспечивали точные измерения в реальном режиме времени. Такая оценка формации может потребоваться для работы при размерных и временных ограничениях операций в стволе скважины и предпочтительно выполняться в скважине. Такое устройство для анализа флюида, способное осуществлять такую оценку формации, создано настоящим изобретением.

50

По меньшей мере в одном аспекте настоящее изобретение относится к устройству для анализа флюида. Это устройство включает испытательную камеру,

приспособленную для перемещения флюида, нагнетательный узел и, по меньшей мере, один датчик. Испытательная камера образует оценочную полость для приема флюида. Приспособление для перемещения флюида имеет силовое средство, прикладываемое усилие к флюиду, заставляя флюид перемещаться внутри полости.

5 Нагнетательный узел непрерывно изменяет давление флюида. По меньшей мере, один датчик взаимодействует с флюидом для определения, по меньшей мере, одного параметра флюида во время непрерывного изменения давления флюида.

10 В одном варианте осуществления, испытательная камера выполнена как канал, такой как петля рециркуляции. В другом варианте осуществления, испытательная камера включает канал, обводную петлю, сообщающуюся с каналом и образующую оценочную полость, и, по меньшей мере, один клапан, размещенный между каналом и оценочной полостью обводной петли для выборочного отвода флюида в оценочную полость обводной петли из канала.

15 В еще одном варианте осуществления, приспособление для перемещения флюида включает насос. Необязательно, приспособление для перемещения флюида включает перемешивающий элемент, расположенный в оценочной полости и формирующий во флюиде завихрение. В этом варианте осуществления, по меньшей мере, один датчик желательного расположен внутри вихря.

20 В еще одном варианте осуществления, приспособление для перемещения флюида и нагнетательный модуль выполнены как единое целое и вместе содержат первый корпус, второй корпус, первый поршень и второй поршень. Первый корпус образует первую полость, сообщающуюся с оценочной полостью в испытательной камере.

25 Второй корпус образует вторую полость, сообщающуюся с оценочной полостью в испытательной камере. Первая полость имеет площадь поперечного сечения большую, чем площадь поперечного сечения второй полости. Первый поршень расположен в первой полости и может перемещаться в первой полости. Второй поршень расположен во второй полости и может перемещаться во второй полости. Перемещение первого и второго поршней синхронизировано для одновременного перемещения флюида и изменения давления в испытательной камере.

30 В варианте осуществления, спроектированном для обнаружения изменений фаз флюида, по меньшей мере, один датчик желательного включает датчик давления, датчик температуры, датчик точки кипения. Датчик давления считывает показания давления внутри оценочной полости в испытательной камере. Датчик температуры считывает показания температуры флюида внутри оценочной полости в испытательной камере. Датчик точки кипения обнаруживает образование пузырьков внутри флюида.

40 В другом аспекте, настоящее изобретение относится к скважинному инструменту, размещаемому в стволе скважины, имеющем стенку и проходящем в подземную формацию. Формация содержит флюид. Скважинный инструмент включает корпус, приспособление для сообщения с флюидом и устройство для анализа флюида.

45 Приспособление для сообщения с флюидом способно выдвигаться из корпуса для обеспечения плотного контакта со стенкой ствола скважины. Приспособление для сообщения с флюидом имеет, по меньшей мере, одно впускное отверстие для приема флюида из формации. Устройство для анализа флюида расположено внутри корпуса. Это устройство включает испытательную камеру, приспособление для перемещения флюида, нагнетательный узел и, по меньшей мере, один датчик. Испытательная камера образует оценочную полость для приема флюида из приспособления для сообщения с флюидом. Приспособление для перемещения флюида имеет силовое средство, прикладываемое усилие к флюиду, заставляя флюид перемещаться внутри

полости. Нагнетательный узел изменяет давление флюида. По меньшей мере, один датчик взаимодействует с флюидом для определения, по меньшей мере, одного параметра флюида. Устройство для анализа флюида может быть любым из описанных выше вариантов его осуществления.

5 В одном варианте осуществления приспособление для сообщения с флюидом включает, по меньшей мере, два впускных отверстия, при этом одно из впускных отверстий принимает чистый флюид из формации. В этом варианте осуществления скважинный инструмент дополнительно содержит канал, принимающий чистый  
10 флюид из одного из впускных отверстий приспособления для сообщения с флюидом, и подает чистый флюид в оценочную полость.

Настоящее изобретение также относится к способу для измерения параметров неизвестного флюида внутри ствола скважины, проходящей в формации, содержащей флюид. В этом способе приспособление для сообщения с флюидом скважинного  
15 инструмента расположено в плотном контакте со стенкой ствола скважины. Флюид извлекается из формации в оценочную полость внутри скважинного инструмента и перемещается внутри оценочной полости, при этом данные собираются, пока флюид перемещается внутри оценочной полости.

20 В одном варианте осуществления способа давление внутри оценочной полости непрерывно изменяется при сборе данных.

В другом варианте осуществления способа точка кипения флюида определяется на основании собранных данных.

В еще одном варианте осуществления способа оценочная полость образуется как  
25 обводная петля из главного канала, и способ дополнительно содержит этапы отвода флюида из главного канала в отдельную оценочную полость, циркуляции отведенного флюида внутри отдельной оценочной полости, и сбора данных об отведенном флюиде внутри отдельной оценочной полости во время циркуляции отведенного флюида.

30 В дополнительном варианте осуществления флюиды, находящиеся в отдельных оценочных полостях, могут быть смешаны и затем смешанный флюид может рециркулировать. Затем собираются данные о смешанном флюиде во время рециркуляции смешанного флюида.

В одном аспекте, приспособление для сообщения с флюидом является двойным  
35 уплотнителем и неизвестный флюид является чистым флюидом.

Так, чтобы вышеизложенные признаки и преимущества настоящего изобретения могли быть поняты в подробностях, более конкретное описание изобретения, кратко  
40 изложенное выше, может служить для ссылки на варианты его осуществления, которые проиллюстрированы на прилагаемых чертежах. Однако следует отметить, что прилагаемые чертежи иллюстрируют только типичные варианты осуществления этого изобретения и поэтому не могут рассматриваться как ограничивающие их объем, и что для изобретения допускаются другие, в равной степени эффективные варианты осуществления.

45 Фиг.1 является схематическим видом частичного поперечного сечения скважинного инструмента, имеющего устройство для анализа флюида и опущенного в скважину с буровой установки.

50 Фиг.2 является схематическим видом частичного поперечного сечения скважинного бурового инструмента, имеющего устройство для анализа флюида и опущенного в скважину с буровой установки.

Фиг.3 является схематическим представлением части скважинного инструмента, изображенного на фиг.1, имеющего зонд, установленный напротив боковой стенки

ствола скважины и оценочный канал устройства для анализа флюида, сообщающийся с внутренним каналом, доставляющим флюид формации из зонда.

5 Фиг.4 является схематическим представлением части еще одного варианта осуществления скважинного инструмента, изображенного на фиг.1, имеющего зонд, установленный напротив боковой стенки ствола скважины, и оценочный канал устройства для анализа флюида, сообщающийся с внутренним каналом, доставляющим флюид формации из зонда.

10 Фиг.5А является схематическим представлением части другого варианта осуществления скважинного инструмента, изображенного на фиг.1, имеющего зонд, установленный напротив боковой стенки ствола скважины, и оценочный канал устройства для анализа флюида, сообщающийся с внутренним каналом, доставляющим флюид формации из зонда.

15 Фиг.5В является схематическим представлением скважинного инструмента, изображенного на фиг.5А, показывающим перемещение флюида формации внутри оценочного канала.

20 Фиг.6 является схематическим представлением части другого варианта осуществления скважинного инструмента, изображенного на фиг.1, имеющего зонд, установленный напротив боковой стенки ствола скважины, и оценочный канал устройства для анализа флюида, сообщающийся с внутренним каналом, доставляющим флюид формации из зонда.

25 Фиг.7 является схематическим представлением части другого варианта осуществления скважинного инструмента, изображенного на фиг.1, имеющего двойной зонд, установленный напротив боковой стенки скважины, и оценочный канал устройства для анализа флюида, сообщающийся с внутренним каналом, доставляющим флюид формации из зонда.

30 Некоторые термины определены в этом описании при первом их использовании, в то время как некоторые другие используемые в этом описании термины определены ниже.

«Кольцеобразный» означает, относится или образует кольцо, т.е. линию, ленту или размещение в форме замкнутой кривой, такой как окружность или эллипс.

35 «Загрязненный флюид» означает флюид, который обычно является неприемлемым для взятия проб углеводородного флюида и/или оценки потому, что флюид содержит загрязнители, такие как фильтрат из бурового раствора, используемого при бурении скважины.

40 «Скважинный инструмент» означает инструменты, помещенные в ствол скважины посредством бурильной колонны, каната, или рулонного трубопровода для выполнения скважинных операций, относящихся к оценке, добыче и/или управлению одной или более исследуемых подземных формаций.

45 «Оперативно присоединенный» означает прямо или косвенно присоединенный для передачи или проведения информации, усилия, энергии или вещества (включая флюиды).

50 «Чистый флюид» означает подземный флюид, который является довольно чистым, первоначальным, природным, незагрязненным или каким-либо другим образом считающийся в области взятия проб и анализа приемлемым образом представляющим данную формацию для правильного взятия проб или оценки углеводорода.

«Флюид» означает и «чистый флюид» и «грязный флюид».

«Непрерывный» означает отмеченный непрерываемым отрезком времени, пространства или последовательности.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения показаны на вышеописанных чертежах и рассмотренных подробно ниже. В описании предпочтительных вариантов осуществления, подобные или одинаковые ссылочные позиции используются для идентификации общих или подобных элементов. Чертежи не обязательно выполнены в масштабе, и некоторые признаки и некоторые виды чертежей могут быть показаны в увеличенном масштабе или схематически для лучшего ясности и выразительности.

Фиг.1 изображает скважинный инструмент 10, сконструированный в соответствии с настоящим изобретением, опущенный с буровой установки 12 в ствол 14 скважины. Скважинный инструмент 10 может быть инструментом любого типа, способным выполнять оценку формации, таким как буровой инструмент, рулонный трубопровод или другой скважинный инструмент. Скважинный инструмент 10 является обычным инструментом, спускаемым с буровой установки 12 в ствол 14 скважины с помощью канатного кабеля 16 и расположенным вплотную к формации F. Пример спускаемого на тресе инструмента, который может быть использован, описан в патентах США №№4860581 и 4936139.

Скважинный инструмент 10 снабжен зондом 18, приспособленным для плотного соединения со стенкой 20 ствола 14 скважины (здесь и далее упоминается как «стенка 20» или «стенка 20 ствола скважины») и извлечения флюида их формации F в скважинный инструмент 10, как указано стрелками. Вспомогательные поршни 22 и 24 содействуют выталкиванию зонда 18 скважинного инструмента относительно стенки 20 ствола скважины. Скважинный инструмент 10 также снабжен устройством 26 для анализа флюида, сконструированным в соответствии с настоящим изобретением для анализа флюида формации. В частности, устройство 26 способно выполнять оценку формации и/или анализ скважинных флюидов, таких как флюиды формации F. Устройство 26 принимает флюид формации из зонда 18 через оценочный канал 46.

Фиг.2 изображает другой вариант скважинного инструмента 30, сконструированного в соответствии с настоящим изобретением. Скважинный инструмент 30 является буровым инструментом, который может быть перемещен среди одного или нескольких (или может быть сам) буровых инструментов для измерения во время бурения, буровых инструментов для каротажа во время бурения или другого бурового инструмента, который известен специалистам в данной области техники. Скважинный инструмент 30 присоединен к буровой колонне 32, приводимой в движение буровой установкой 12 для образования ствола 14 скважины. Скважинный инструмент 30 включает зонд 18а, приспособленный для плотного соединения со стенкой 20 ствола 14 скважины для извлечения флюида их формации F в скважинный инструмент 30, как указано стрелками. Скважинный инструмент 30 также снабжен устройством 26 для анализа флюида формации, извлеченного в скважинный инструмент 30. Устройство 26 принимает флюид формации из зонда 18а через канал 46.

В то время как фиг.1 и фиг.2 изображают устройство 26 для анализа флюида в скважинном устройстве, должно быть принято во внимание, что такое устройство может быть обеспечено на буровой площадке или на другом оборудовании для выполнения испытаний флюида. Путем размещения устройства 26 для анализа флюида в скважине, данные о скважинном флюиде могут быть собраны в реальном режиме времени. Однако также может быть желательно и/или необходимо испытать флюиды на поверхности или в другом месте. В этих случаях устройство для анализа флюида может быть размещено в корпусе, перемещаемом в желаемое место. В

качестве альтернативы, пробы могут быть доставлены на поверхность или другое место и испытаны в модуле анализа флюида в этом месте. Данные и результаты тестов из различных мест могут быть проанализированы и сравнены.

5 Фиг.3 является схематическим видом части скважинного инструмента 10, изображенного на фиг.1, изображающим систему 34 течения флюида. Зонд 18 предпочтительно выдвигается из корпуса 35 скважинного инструмента 10 для соприкосновения со стенкой 20 ствола скважины. Зонд 18 снабжен уплотнителем 36 для обеспечения плотного контакта со стенкой 20 ствола скважины. Уплотнитель 36  
10 соприкасается со стенкой 20 ствола скважины и образует плотный контакт с фильтрационной коркой 40 бурового раствора, покрывающей ствол 14 скважины. Фильтрационная корка 40 просачивается в стенку 20 ствола скважины и создает зону 42 проникновения вокруг ствола 14 скважины. Зона 42 проникновения содержит буровой раствор и другие флюиды ствола скважины, которые загрязняют  
15 окружающие формации, включая в себя формацию F и порцию чистого флюида 44, содержащегося в ней.

Система 34 течения флюида включает оценочный канал 46, проходящий из впускного отверстия зонда 18. В то время как зонд изображен для извлечения флюида  
20 в скважинный инструмент, другие приспособления для сообщения с флюидом могут быть использованы. Примеры приспособлений для сообщения с флюидом, таких как зонды и двойные уплотнители, используемых для извлечения флюида в канал, изображены в патентах США №№4860581 и 4936139.

Оценочный канал 46 проходит в скважинный инструмент 10 и используется для пропускания флюида, такого как чистый флюид 44, в скважинный инструмент 10 для предварительного испытания, анализа и/или взятия пробы. Оценочный канал 46  
25 проходит в отборную камеру 50 для сбора образцов чистого флюида 44. Система 34 течения флюида может также включать насос 52, используемый для пропускания флюида через канал 46.  
30

В то время как фиг.3 показывает примерную конфигурацию скважинного инструмента, используемого для извлечения флюида из формации, должно быть принято во внимание специалистом в данной области техники, что может быть  
35 использовано множество конфигураций каналов, насосов, отборных камер, клапанов и других устройств, и что это не предназначено для ограничения объема изобретения.

Как обсуждалось выше, скважинное устройство 10 снабжено устройством 26 для анализа флюида формации. В частности, устройство 26 способно осуществлять скважинные измерения, такие как фазовые измерения, измерения вязкости и/или  
40 плотности флюида формации. В общем, устройство 26 для анализа флюида снабжено испытательной камерой 60, приспособлением 62 для перемещения флюида, нагнетательным узлом 64 и одним или более датчиками 66 (множество датчиков показаны на фиг.4, 5А, 5В, 6 и 7 и пронумерованы для ясности ссылочными  
45 позициями бба-g).

Испытательная камера 60 образует оценочную полость 68 для приема флюида формации. Следует понимать, что испытательная камера 60 может иметь любую конфигурацию, способную принимать флюид формации и позволяющую перемещение  
50 флюида, как здесь обсуждалось, так чтобы могли быть проведены измерения. Например, как показано на фиг.3, испытательная камера 60 может быть реализована как обводной канал, сообщающийся с оценочным каналом 46, так что флюиды формации могут быть размещены или отведены в обводной канал. Устройство 26 для анализа флюида может быть также снабжено первым клапаном 70, вторым

клапаном 72, третьим клапаном 74 для избирательного отвода флюида формации в и из испытательной камеры 60, так же как и для изоляции испытательной камеры 60 от оценочного канала 60.

5 Как показано, для отвода флюида формации в испытательную камеру 60 первый клапан 70 и второй клапан 72 открыты, в то время как третий клапан 74 закрыт. Это отводит флюид формации в испытательную камеру 60, в то время как насос 52 перемещает флюид формации. Затем первый клапан 70 и второй клапан 72 закрываются для изоляции или запирают флюид формации внутри испытательной 10 камеры 60. Если желательно, то третий клапан 74 может быть открыт для допущения нормальной или иной работы скважинного инструмента 10. Например, клапан 74 может быть открыт и клапаны 70 и 72 закрыты во время оценки флюида в испытательной камере 60. Дополнительные клапаны и каналы или испытательные камеры могут быть добавлены по желанию для облегчения течения флюида.

15 Приспособление 62 для перемещения флюида служит для перемещения и/или перемешивания флюида в оценочной полости 68 для улучшения однородности, кавитации и циркуляции флюида. Флюид предпочтительно перемещается через оценочную полость 68 для улучшения точности измерений, получаемых от датчика или датчиков 66. В общем, приспособление 62 для перемещения флюида имеет силовое 20 средство, прикладывающие усилие к флюиду формации, чтобы заставить флюид формации рециркулировать внутри оценочной полости 68.

Приспособление 62 может быть приспособлением любого типа, способным 25 прикладывать усилие к флюиду формации, чтобы заставить флюид формации рециркулировать и, необязательно, смешиваться в оценочной полости 68. Приспособление 62 перемещения флюида заставляет рециркулировать флюид формации в испытательной камере 60 мимо датчика или датчиков 66. Устройство 62 перемещения флюида может быть насосом или устройством любого типа, способным 30 заставлять циркулировать флюид формации в испытательной камере 60. Например, приспособление 62 для перемещения флюида может быть поршневым насосом прямого вытеснения, таким как шестеренчатый насос, коловратный насос, винтовой насос, лопастной насос, перистальтический насос или поршень и винтовой насос.

35 Когда приспособление 62 перемешивает флюид, один из датчиков 66 (обычно определяемый как датчик поглощения света) может быть размещен непосредственно вплотную к разгрузочной стороне приспособления 62, чтобы быть в вихре, образуемом приспособлением 62. Датчик 66 может быть датчиком любого типа, способным измерять параметры флюида, таким как датчик или устройство, 40 осуществляющее измерение поглощения света.

Предпочтительно нагнетательный узел 64 изменяет давление флюида формации в испытательной камере 60 непрерывно. Нагнетательный узел 64 может быть приспособлением любого типа, способным сообщаться с испытательной камерой 60 и непрерывно изменять (и/или пошагово изменять) объем или давление флюида 45 формации в испытательной камере 60. В варианте, изображенном на фиг.3, нагнетательный узел 64 снабжен декомпрессионной камерой 82, корпусом 84, поршнем 86 и средством 88 управления движением поршня. Поршень 86 снабжен внешней поверхностью 90, которая взаимодействует с корпусом 84 для определения декомпрессионной камеры 82. Средство 88 управления движением поршня управляет 50 положением поршня 86 в корпусе 84 для эффективного изменения объема декомпрессионной камеры 82.

По мере изменения объема декомпрессионной камеры 82 объем или давление в

испытательной камере 60 также изменяется. Таким образом, по мере увеличения декомпрессионной камеры 82, давление в испытательной камере 60 уменьшается. Точно так же, по мере уменьшения декомпрессионной камеры 82, давление в испытательной камере 60 растет. Средство 88 управления движением поршня может  
5 быть электронным и/или механическим средством любого типа, способным осуществлять изменение положения поршня 86. Например, средство 88 управления движением поршня может быть насосом, прилагающим силу к флюиду на поршне 86, или мотор, подвижно подсоединенный к поршню 86 через механическое соединение,  
10 такое как штырь, фланец, или резьбовой винт.

Датчик 66 может быть устройством любого типа, способным получать информацию, которая является полезной при определении свойств флюида, таких как фазовое поведение флюида формации. Несмотря на то, что только один датчик 66 показан на фиг.3, устройство 26 для анализа флюида может быть снабжено более чем  
15 одним датчиком 66, как это показано, например, на фиг.6 и 7. Датчик 66 может быть, например, датчиком давления, датчиком температуры, датчиком плотности, датчиком вязкости, камерой, светочувствительным элементом, датчиком в ближней инфракрасной области спектра. Предпочтительно, по меньшей мере, один из  
20 датчиков 66 используется для измерения поглощения света. В этом примере датчик 66 может быть размещен вплотную к окну (не показано), так что датчик 66 может видеть или осуществлять определения согласно изменению фазы флюида формации. Например, датчик 66 может быть видеокамерой, которая может позволить единичное  
25 наблюдение флюида формации, или делать изображения флюида формации, проходящего мимо окна, так что изображения могут быть проанализированы на предмет присутствия пузырьков или других признаков изменения состояния фазы флюида формации.

Устройство 26 для анализа флюида также снабжено сигнальным процессором 94,  
30 соединенным с приспособлением 62 для перемещения флюида, датчиком(ами) 66, и средством 88 управления движением поршня. Сигнальный процессор 94 предпочтительно управляет средством 88 управления перемещением поршня и приспособлением 62 для перемещения флюида формации в испытательной камере 60. Процессор может также непрерывно изменять давление флюида формации заранее  
35 определенным образом. Несмотря на то, что сигнальный процессор 94 описан здесь, как только изменяющий давление в испытательной камере 60 непрерывно, следует понимать, что сигнальный процессор 94 приспособлен изменять давление в испытательной камере 60 любым заранее определенным образом. Например,  
40 сигнальный процессор 94 может управлять средством 88 управления движением поршня непрерывно, пошагово или комбинировано. Сигнальный процессор 94 также служит для сбора и/или манипулирования данными, выданными датчиком или датчиками 66.

Сигнальный процессор 94 может взаимодействовать с приспособлением 62  
45 перемещения флюида, датчиком(ами) 66 и/или средством 88 управления движением поршня с помощью любого подходящей линии связи, инфракрасной линии связи, микроволновой линии связи или подобной. Несмотря на то, что сигнальный процессор проиллюстрирован как находящийся в корпусе 35 скважинного инструмента 10,  
50 следует понимать, что сигнальный процессор 94 может быть обеспечен удаленно относительно скважинного инструмента 10. Например, сигнальный процессор 94 может быть обеспечен в станции контроля, расположенной на буровой площадке или расположенной удаленно относительно буровой площадки. Сигнальный процессор 94

включает один или несколько электронных или оптических устройств, способных выполнять логику для осуществления управления устройством 62 перемещения флюида, и средством 88 управления движением поршня, так же как и собирать информацию из датчика(ов) 66, описанных здесь. Сигнальный процессор 94 также может взаимодействовать и управлять первым клапаном 70, вторым клапаном 72 и третьим клапаном 74 для избирательного отвода флюида в и из оценочной полости 68, как это обсуждалось выше. Для ясности, линии, показывающие связь между сигнальным процессором 94 и первым клапаном 70, вторым клапаном 72 и третьим клапаном 74, на фиг.3 были опущены.

Используемый процессор 94 может быть использован для избирательного приведения в действие клапанов 70, 72 и/или 74 для отвода флюида формации в испытательную камеру 60, как обсуждалось выше. Сигнальный процессор 94 может закрывать клапаны 70 и 72 для изоляции или запираения флюида формации в испытательной камере 60. Сигнальный процессор 94 может затем приводить в действие приспособление 62 для перемещения флюида для перемещения флюида формации в испытательной камере 60 в режиме рециркуляции. Как показано на фиг.3, эта рециркуляция образует петлю, которая проходит через нагнетательный узел 64, датчик 66 и приспособление 62 перемещения флюида. Эта петля образована из ряда каналов, объединенных в канал для движения флюида для формирования петли потока. В малых пространствах, таких как скважинное устройство, флюид обычно путешествует по узким каналам. Перемешивание в таких узких каналах обычно затруднено. Флюид, таким образом, циркулирует в петле для улучшения перемешивания флюида, поскольку он проходит через узкие каналы. Такое перемешивание может также быть желательным в других применениях, которые не включают узкие каналы.

Сигнальный процессор 94 приводит в действие средство 88 управления движением клапана для начала изменения давления в испытательной камере 60 заранее определенным образом. В одном примере сигнальный процессор 94 приводит в действие средство 88 управления движением клапана для непрерывного понижения давления флюида формации в испытательной камере 60 со скоростью, подходящей для проведения фазовых измерений за короткое время, иногда меньше 15 минут. Пока в испытательной камере 60 давление непрерывно понижается, сигнальный процессор 94 собирает данные из датчика или датчиков 66 для предпочтительного выполнения измерений поглощения света (т.е. рассеивания), при этом также контролируя давление в испытательной камере 60 для обеспечения точного измерения фазового поведения флюида формации.

Скважинный инструмент 10 также снабжен четвертым клапаном 96 для избирательного отвода флюида формации в отборную камеру 50, или в ствол 14 скважины через возвратный канал 98. Скважинный инструмент 10 может быть также снабжен выходным портом 99, выдвигающимся из задней части отборной камеры 50.

Следует понимать, что устройство 26 для анализа флюида может быть использовано различными способами в скважинных инструментах 10 и 30. Вышеприведенное описание относительно встраивания устройства 26 для анализа флюида в скважинный инструмент 10 равным образом применимо к скважинному инструменту 30. Дополнительно, различные модификации скважинных инструментов 10 и 30 относительно устройства 26 для анализа флюида рассматриваются с помощью настоящего изобретения. Множество этих модификаций будут описаны ниже относительно скважинного инструмента 10. Однако следует

понимать, что эти модификации равным образом применимы к скважинному инструменту 30.

5 Следует понимать, что измерения фазового поведения не являются единственным видом измерений, которые могут быть сделаны, и поскольку является вероятным, что  
определения фазовых границ является более чувствительным к перемешиванию, это  
также является желательным для точных измерений, например плотности в  
10 многокомпонентной смеси и также для вязкости. Действительно, измерения могут  
быть выполнены с непрерывным или пошаговым понижением давления. В пошаговом  
случае, дополнительный режим работы становится возможным путем выполнения  
15 понижения давления до границы фаз дважды с той же пробой или предпочтительно с  
определенной частью свежего флюида из канала. Если это приспособлено к  
дискретным шагам давления, то первое понижение давления с постоянным  
20 понижением давления ведет к грубой оценке давления фазовой границы. Грубая  
оценка может быть использована во втором цикле понижения давления с  
логарифмически уменьшающимися размерами шагов, используемыми для уменьшения  
давления, например величина уменьшения давления уменьшается логарифмически  
(или некоторым другим математическим способом, при котором величина  
25 уменьшения давления уменьшается) с понижением давления при стремлении давления  
к оценке, полученной при первом измерении. При давлении ниже оцененного размер  
шага давления увеличивается с понижением давления. Эта процедура может дать  
более точный ответ.

30 Температура и значительно меньшая величина давления в скважинном  
инструменте 10 или 30 могут быть неравными температуре и давлению в резервуаре F.  
Для получения оценок в требуемом состоянии из значений, измеренных в условиях  
скважинного инструмента 10 или 30, желательно включающих оценку температуры и  
давления резервуара и изменение свойств с изменением температуры и давления, эти  
35 значения объединяются с моделью, которая может экстраполировать из одного  
набора температур и давлений другой набор. Таким образом, измерения желательно  
выполнять в этой зоне и во время смены зоны или извлечения скважинного  
инструмента 10 или 30, так что требуемые отклонения могут быть измерены и затем  
объединены с уравнением состояния.

Далее будут описаны фиг.4-7. Для упрощения фиг.4-7 сигнальный процессор 94 и  
соответствующие линии связи не показаны.

40 На фиг.4 показан скважинный инструмент 10a, который является подобным по  
конструкции и функции скважинному инструменту 10, описанному выше со ссылкой  
на фиг.3, за исключением того, что скважинный инструмент 10a снабжен двумя  
устройствами 26 для анализа флюида. Преимущество наличия множества устройств 26  
45 для анализа флюида позволяет скважинному инструменту 10a получать несколько  
проб флюида формации и их испытывать одновременно или периодически. Это  
позволяет сравнивать результаты проб, обеспечивая лучшую точность скважинных  
измерений. Несмотря на то, что только два устройства 26 для анализа флюида  
показаны на фиг.4, следует понимать, что скважинный инструмент 10a может быть  
50 снабжен любым количеством устройств 26, расположенных в различных местах  
скважинного инструмента. В варианте, показанном на фиг.4, каждое устройство 26  
избирательно сообщается с оценочным каналом 46. Следует также понимать, что  
устройства 26 для анализа флюида могут работать независимо и/или использоваться  
на независимых каналах.

На фиг.5A и 5B показан скважинный инструмент 10b, который является подобным

по конструкции и функции скважинному инструменту 10, описанному выше со ссылкой на фиг.3, за исключением того, что скважинный инструмент 10b включает в насосный узел 180, который объединяет функции приспособления 62 перемещения флюида и нагнетательного узла 64, изображенных на фиг.3. Фиг.5А показывает скважинный инструмент 10b с насосным узлом в верхнем положении, фиг.5В показывает скважинный инструмент 10b с насосным узлом в нижнем положении. Насосный узел 180 снабжен первым сосудом 182, вторым сосудом 184, поршневым узлом 186 и источником 188 движущей силы.

Поршневой узел 186 включает первое тело 192, подвижно размещенное в первом сосуде 182 для образования первой камеры 193, сообщающейся с оценочной полостью 68. Поршневой узел 186 также включает второе тело 194, подвижно размещенное во втором сосуде 184 для образования второй камеры 196, сообщающейся с оценочной полостью 68. Фиг.5А и 5В иллюстрируют перемещение первого и второго тел 192 и 194.

Источник 188 движущей силы двигает первое и второе тела 192 и 194 поршневого узла 186 таким образом, что флюид формации, поступивший в испытательную камеру 60, отводится мимо датчиков 66а-е и между первой и второй камерами 193 и 196 по мере изменения относительных положений первого и второго тел 192 и 194. Для изменения давления во время движения первого и второго тел 192 и 194 первая камера 193 имеет диаметр А и вторая камера 196 имеет диаметр В. Диаметр В предпочтительно меньше, чем диаметр А. Поскольку первая и вторая камеры 193 и 196 имеют разные диаметры, то объединенный объем первой камеры 193, второй камеры 196 и оценочной полости 68 изменяются по мере движения первого и второго тел 192 и 194.

Источник 188 движущей силы одновременно перемещает первое и второе тела 192 и 194 в первом направлении 200, как показано на фиг.5В, чтобы заставить флюид формации F перемещаться из второй камеры 196 в первую камеру 193 мимо датчиков 66а-е во время понижения давления в оценочной полости 68. Например, если во время перемещения на расстояние (ds) первое тело 192 в первой камере 193 вытягивает примерно  $5 \text{ см}^3$  флюида и второе тело 194 во второй камере 196 выталкивает примерно  $4,8 \text{ см}^3$  флюида, то будет иметь место чистое увеличение на примерно  $0,2 \text{ см}^3$ , в то время как примерно  $4,8 \text{ см}^3$  флюида формации F перемещаются мимо датчиков 66а-е.

Источник 188 движущей силы может быть любым устройством или устройствами, способными перемещать первое тело 192 и второе тело 194. Например, поршневой узел 186 может включать приводной винт 202, соединенный с первым телом 192 и со вторым телом 194. Источник 188 движущей силы может приводить в движение приводной винт 202 с помощью мотора 204, механически соединенного с приводной гайкой 206, расположенной на приводном винте 202. В качестве альтернативы, гидронасос может возвращать в исходное положение или управлять расположением поршневого узла 186.

На фиг.6 показан скважинный инструмент 10с, который является подобным по конструкции и функции скважинному инструменту 10а, описанному выше со ссылкой на фиг.4, за тем исключением, что скважинный инструмент 10с дополнительно оснащен одним или несколькими изоляционными клапанами 220 и 222. Скважинное устройство 10с снабжено двумя или несколькими устройствами 26 для анализа флюида. Как обсуждалось выше со ссылкой на фиг.4, преимущество наличия множества устройств 26 для анализа флюида позволяет скважинному инструменту 10а

или 10с получать несколько проб флюида формации и испытывать пробы как одновременно, так и периодически. Это позволяет сравнивать результаты проб для обеспечения лучшей точности скважинных измерений.

5 С добавлением изоляционных клапанов 220 и 222, соединяющих испытательную камеру 60 одного устройства 26 для анализа флюида с испытательной камерой 60 другого устройства 26 для анализа флюида, скважинный инструмент позволяет изоляционным клапанам 220 и 222 быть открытыми, чтобы смешивать пробы, 10 раздельно поступившие в два устройства 26 для анализа флюида. Изоляционные клапаны 220 и 222 могут быть затем закрыты и смешанные флюиды формации раздельно испытаны устройствами 26 для анализа флюида.

Показанное на фиг.7 является скважинным инструментом 10d, который является подобным по конструкции и функции скважинному инструменту 10а, описанному 15 выше со ссылкой на фиг.4, за тем исключением, что скважинный инструмент 10d дополнительно снабжен зондом 230, имеющим канал 232 очистки в дополнение к оценочному каналу 46, и один из устройств 26 для анализа флюида подсоединен к каналу 232 очистки. Скважинный инструмент 10d также снабжен насосом 234, подсоединенным к каналу 232 очистки для извлечения загрязненного флюида из 20 формации и для отвода загрязненного флюида в устройство 26 для анализа флюида.

Устройство 26 может быть использовано для анализа флюида для оценочного и очистного каналов 46 и 232. Информация, получаемая из устройств 26 для анализа флюида, может быть использована для определения такой информации как уровни 25 загрязнения. Как показано, оценочный канал 46 соединен с отборной камерой 50, так что пробы флюидов могут быть отобраны. Такой отбор проб обычно происходит, когда уровни загрязнения падают ниже принятого уровня. Канал 232 очистки изображен как соединенный со стволом 14 скважины для сброса флюида из инструмента 10d. Необязательно, различная клапанная арматура может быть 30 обеспечена для избирательного отвода флюида из одного или более каналов по желанию в отборные камеры или в скважину.

В то время как вышеописанные скважинные инструменты показаны как имеющие зонды для извлечения флюида в скважинный инструмент, специалист в данной области 35 техники должен принять во внимание, что могут быть использованы другие устройства для извлечения флюида в скважинный инструмент. Например, двойные уплотнители могут быть радиально расположены рядом с впускным отверстием одного или более каналов для изоляции между ними части ствола 14 скважины и извлечения флюида в скважинный инструмент.

40 Дополнительно, в то время как устройство 26 для анализа флюида было показано и описано здесь в комбинации со скважинными инструментами 10, 10а, 10b, 10с, 10d и 30, следует понимать, что оно может быть использовано в других обстановках, таких как обстановка переносной лаборатории или обстановка стационарной лаборатории.

45 Следует понимать из предшествующего описания, что различные модификации и изменения могут быть сделаны в предпочтительных и альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения без выхода за пределы его сущности.

Настоящее описание предназначено только для иллюстрации и не должно быть 50 истолковано в ограничительном смысле. Объем этого изобретения должен быть определен только на языке прилагаемой формулы изобретения. Термин «содержащий» в формуле изобретения должен пониматься как «включающий в себя, по меньшей мере», так что упомянутый перечень элементов в формуле изобретения является открытой группой. Неопределенные артикли и другие формы единственного числа

предназначены включать в себя и свои формы множественного числа, если они специально не исключены.

#### Формула изобретения

- 5 1. Устройство для анализа флюида, содержащее испытательную камеру, образующую оценочную полость для приема флюида, приспособление для перемещения флюида, имеющее силовое средство, прилагающее усилие к флюиду для перемещения флюида в полости, нагнетательный узел, изменяющий давление флюида  
10 непрерывным образом, и по меньшей мере, один датчик, взаимодействующий с флюидом для определения, по меньшей мере, одного параметра флюида при непрерывном изменении давления флюида.
2. Устройство по п.1, в котором испытательная камера является каналом.
3. Устройство по п.2, в котором оценочная полость канала сконфигурирована как  
15 петля рециркуляции.
4. Устройство по п.1, в котором испытательная камера содержит канал, обводную петлю, сообщающуюся с каналом и образующую оценочную полость, и по меньшей мере, один клапан, размещенный между каналом и оценочной полостью обводной  
20 петли для избирательного отвода флюида в оценочную полость обводной петли из канала.
5. Устройство по п.1, в котором приспособления для перемещения флюида является насосом.
6. Устройство по п.1, в котором приспособление для перемещения флюида  
25 включает перемешивающий элемент, расположенный в оценочной полости и формирующий вихрь во флюиде, и датчик расположен в вихре.
7. Устройство по п.1, в котором приспособление для перемещения флюида и нагнетательный узел выполнены как единое целое, и вместе содержат первый корпус, образующий первую полость, сообщающуюся с оценочной полостью испытательной  
30 камеры, второй корпус, образующий вторую полость, сообщающуюся с оценочной полостью испытательной камеры, при этом первая полость имеет площадь поперечного сечения большую, чем площадь поперечного сечения второй полости, первый поршень, расположенный в первой полости и способный перемещаться в  
35 первой полости, и второй поршень, расположенный во второй полости и способный перемещаться во второй полости, причем перемещение первого и второго поршней синхронизировано для одновременного перемещения флюида и изменения давления в испытательной камере.
8. Устройство по п.1, в котором по меньшей мере один датчик включает датчик  
40 давления для считывания давления в оценочной полости испытательной камеры, температурный датчик для считывания температуры флюида оценочной полости, датчик точки кипения для обнаружения образования пузырьков во флюиде.
9. Скважинный инструмент, размещаемый в стволе скважины, имеющем стенку и  
45 проходящем в подземную формацию, имеющую флюид, и содержащий корпус, приспособление для сообщения с флюидом, выдвигающееся из корпуса для осуществления плотного контакта со стенкой ствола скважины и имеющее, по меньшей мере, одно впускное отверстие для приема флюида из формации;
- 50 устройство для анализа флюида, размещенное в корпусе и содержащий испытательную камеру, образующую оценочную полость для приема флюида из приспособления для сообщения с флюидом; приспособление для перемещения флюида, имеющее силовое средство, прикладывающее усилие к флюиду для его перемещения в

полости, нагнетательный узел, изменяющий давление флюида непрерывным образом, и по меньшей мере, один датчик, взаимодействующий с флюидом для определения, по меньшей мере, одного параметра флюида.

5 10. Скважинный инструмент по п.9, в котором нагнетательный узел изменяет давление флюида непрерывным образом, и, по меньшей мере, один датчик способен определять, по меньшей мере, один параметр флюида при непрерывном изменении давления флюида.

10 11. Скважинный инструмент по п.9, в котором испытательная камера является каналом.

12. Скважинный инструмент по п.11, в котором оценочная полость канала сконфигурирована как петля рециркуляции.

15 13. Скважинный инструмент по п.9, в котором испытательная камера содержит канал, первую обводную петлю, сообщающуюся с каналом, и образующую оценочную полость, и по меньшей мере, один клапан, размещенный между каналом и оценочной полостью первой обводной петли для избирательного отвода флюида в оценочную полость обводной петли из канала.

20 14. Скважинный инструмент по п.13, в котором испытательная камера дополнительно содержит вторую обводную петлю, сообщающуюся с каналом и образующую отдельную оценочную полость.

15. Скважинный инструмент по п.13, дополнительно содержащий средство для перемешивания флюида из оценочных полостей, образуемых первой и второй обводными петлями.

25 16. Скважинный инструмент по п.9, в котором приспособление для перемещения флюида включает насос.

30 17. Скважинный инструмент по п.9, в котором приспособление для перемещения флюида включает перемешивающий элемент, расположенный в оценочной полости и формирующий вихрь во флюиде, и датчик расположен в вихре.

35 18. Скважинный инструмент по п.9, в котором приспособление для перемещения флюида и нагнетательный узел выполнены как единое целое, и вместе содержат первый корпус, образующий первую полость, сообщающуюся с оценочной полостью испытательной камеры, второй корпус, образующий вторую полость, сообщающуюся с оценочной полостью испытательной камеры, при этом первая полость имеет площадь поперечного сечения большую, чем площадь поперечного сечения второй полости, первый поршень, расположенный в первой полости и способный перемещаться в первой полости, и второй поршень, расположенный во второй полости и способный перемещаться во второй полости, причем перемещение первого и второго поршней синхронизировано для одновременного перемещения флюида и изменения давления в испытательной камере.

45 19. Скважинный инструмент по п.9, в котором, по меньшей мере, один датчик включает датчик давления для считывания давления в оценочной полости испытательной камеры, температурный датчик для считывания температуры флюида оценочной полости и датчик точки кипения для обнаружения образования пузырьков во флюиде.

50 20. Скважинный инструмент по п.9, в котором приспособление для сообщения с флюидом включает, по меньшей мере, два впускных отверстия, одно из которых предназначено для приема чистого флюида из формации, и дополнительно имеется канал, принимающий чистый флюид из одного из впускных отверстий приспособления для сообщения с флюидом и доставляющий чистый флюид в оценочную полость.

21. Способ для измерения параметра неизвестного флюида в стволе скважины, проходящем в формацию, имеющую флюид, содержащий следующие этапы:  
размещение приспособления для сообщения с флюидом скважинного инструмента в плотном контакте со стенкой ствола скважины;

5  
извлечение флюида из формации и в оценочную полость в скважинном инструменте;  
перемещение флюида в оценочной полости; и  
сбор данных о флюиде при перемещении флюида в оценочной полости.

22. Способ по п.21, дополнительно содержащий этап непрерывного изменения  
10 давления в оценочной полости во время сбора данных.

23. Способ по п.22, дополнительно содержащий этап определения точки кипения флюида на основании собранных данных.

24. Способ по п.21, в котором оценочная полость образована дополнительно как обводная петля из основного канала, и дополнительно осуществляют следующие  
15 этапы:

отведение флюида из главного канала в отдельную оценочную полость;  
обеспечение циркуляции отведенного флюида в отдельной оценочной полости;  
сбор данных об отведенном флюиде в отдельной оценочной полости во время его  
20 циркуляции.

25. Способ по п.24, дополнительно содержащий этапы смешивания флюидов в оценочной полости и отдельной оценочной полости, обеспечения циркуляции смешанного флюида и сбора данных о смешанном флюиде во время его циркуляции.

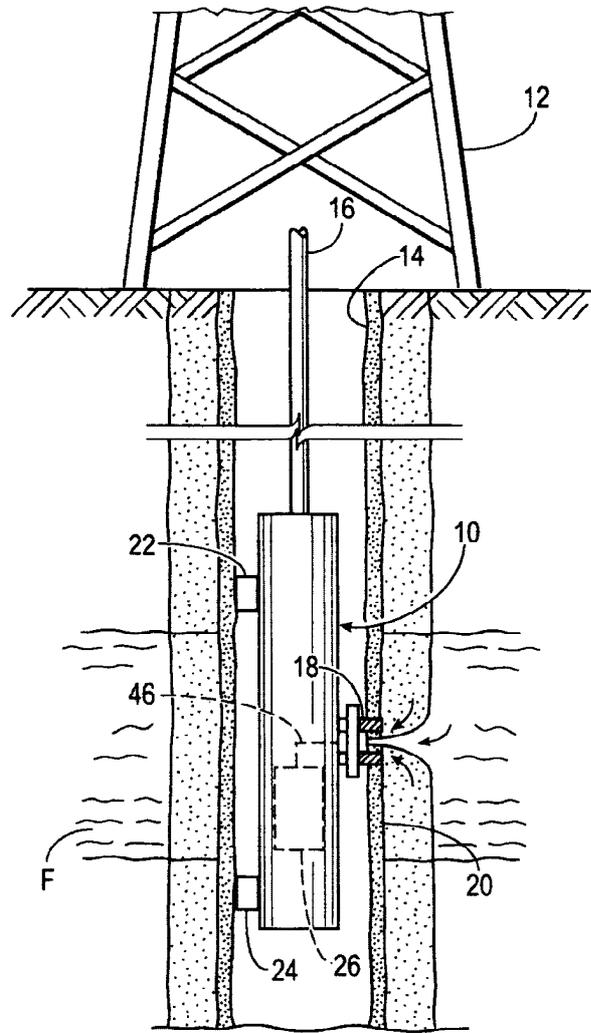
26. Способ по п.21, в котором приспособление для сообщения с флюидом является  
25 двойным уплотнителем, и неизвестный флюид является чистым флюидом.

27. Скважинный инструмент, размещаемый в стволе скважины, имеющем стенку и проходящем в подземную формацию, имеющую флюид, содержащий корпус, приспособление для сообщения с флюидом, выдвигающееся из корпуса для  
30 осуществления плотного контакта со стенкой ствола скважины и, имеющее, по меньшей мере, одно впускное отверстие для приема флюида из формации, устройство для анализа флюида, размещенное в корпусе и содержащее испытательную камеру, образующую оценочную полость, сконфигурированную как петля рециркуляции, для приема флюида из приспособления для сообщения с флюидом, приспособление для  
35 перемещения флюида, имеющее силовое средство, прикладывающее усилие к флюиду для его рециркуляции в петле рециркуляции, нагнетательный узел, изменяющий давление флюида, и по меньшей мере, один датчик, взаимодействующий с флюидом для определения, по меньшей мере, одного параметра флюида.

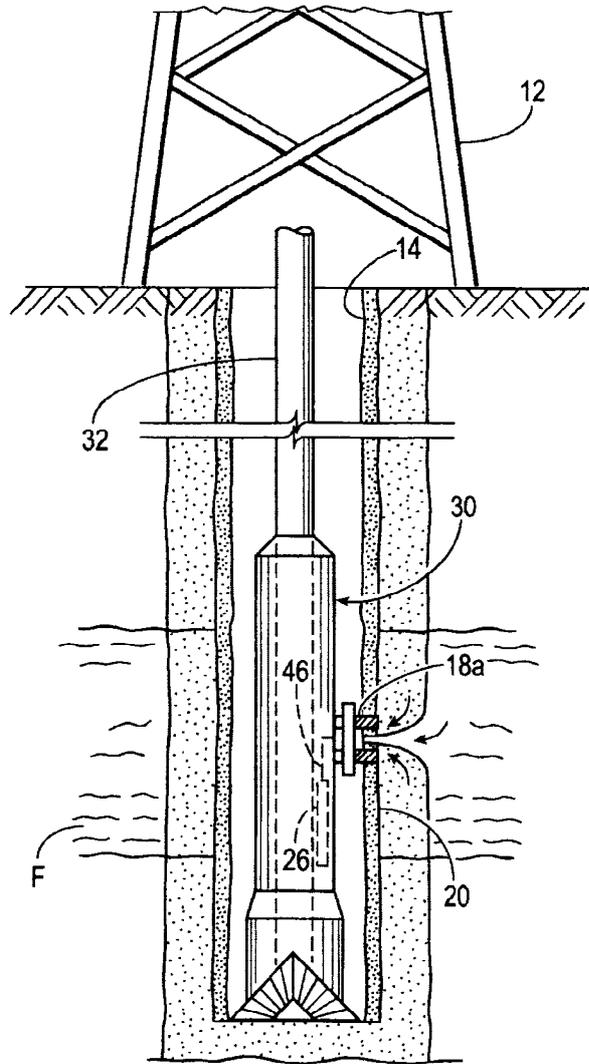
40

45

50



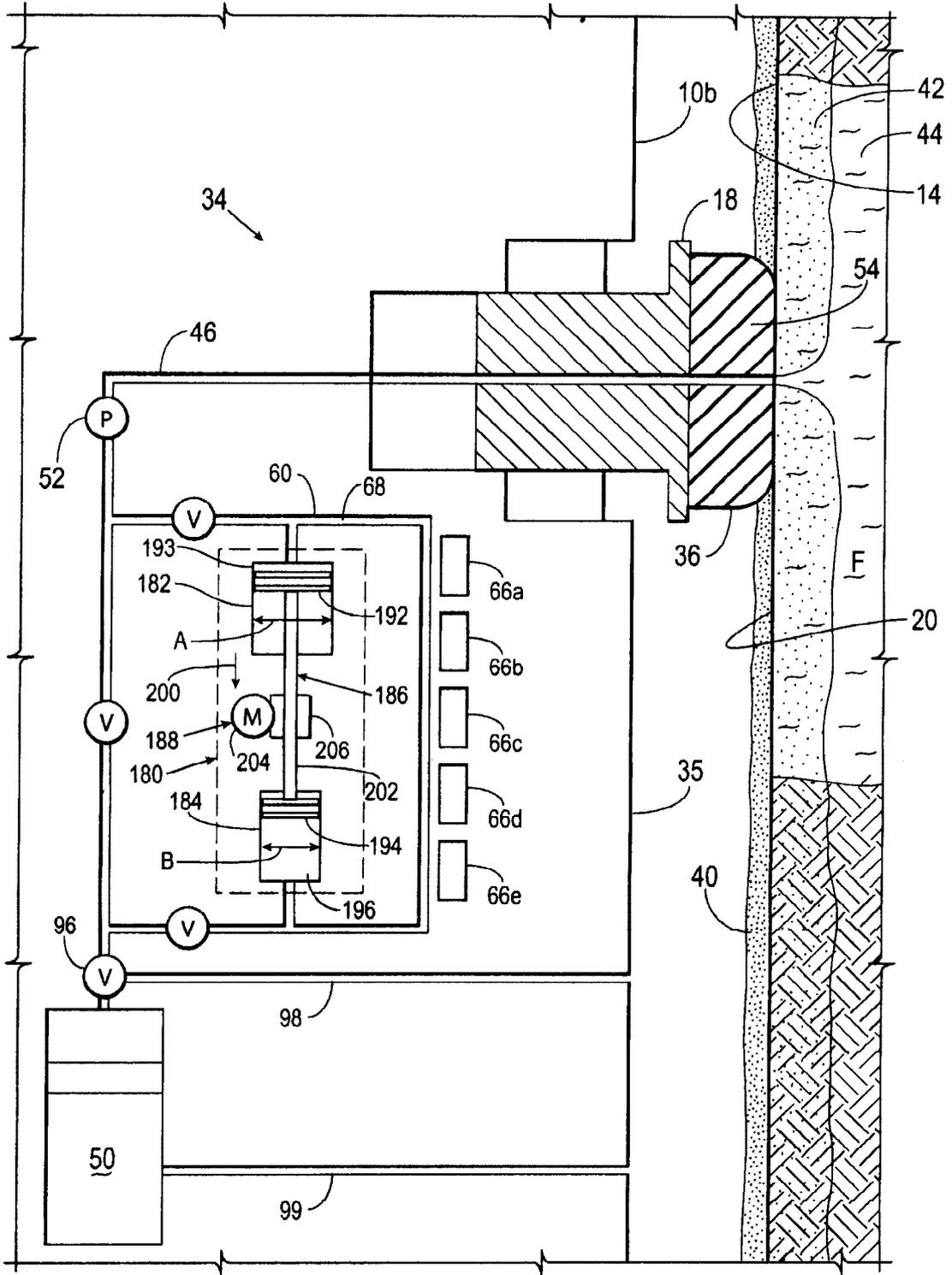
ФИГ. 1



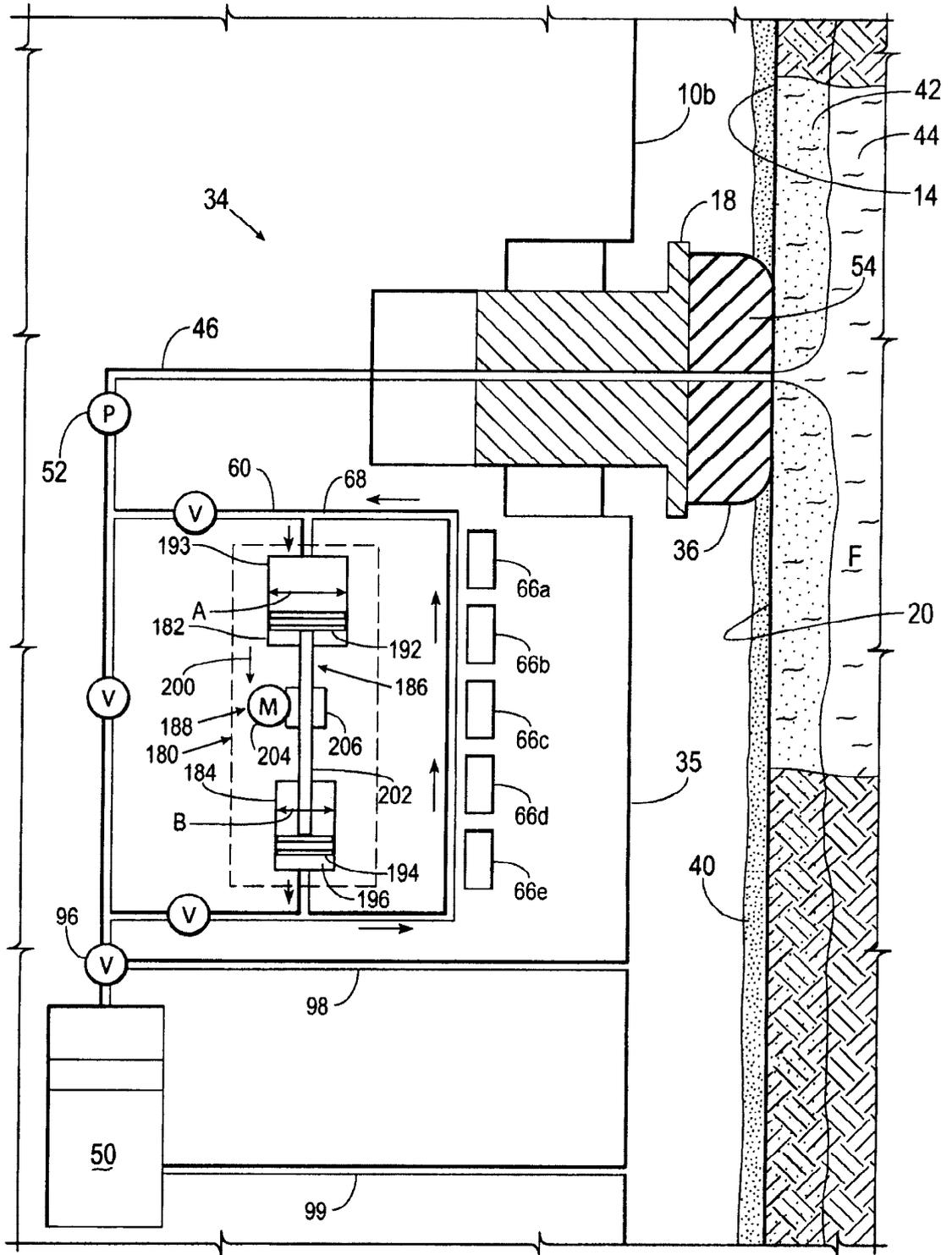
ФИГ. 2





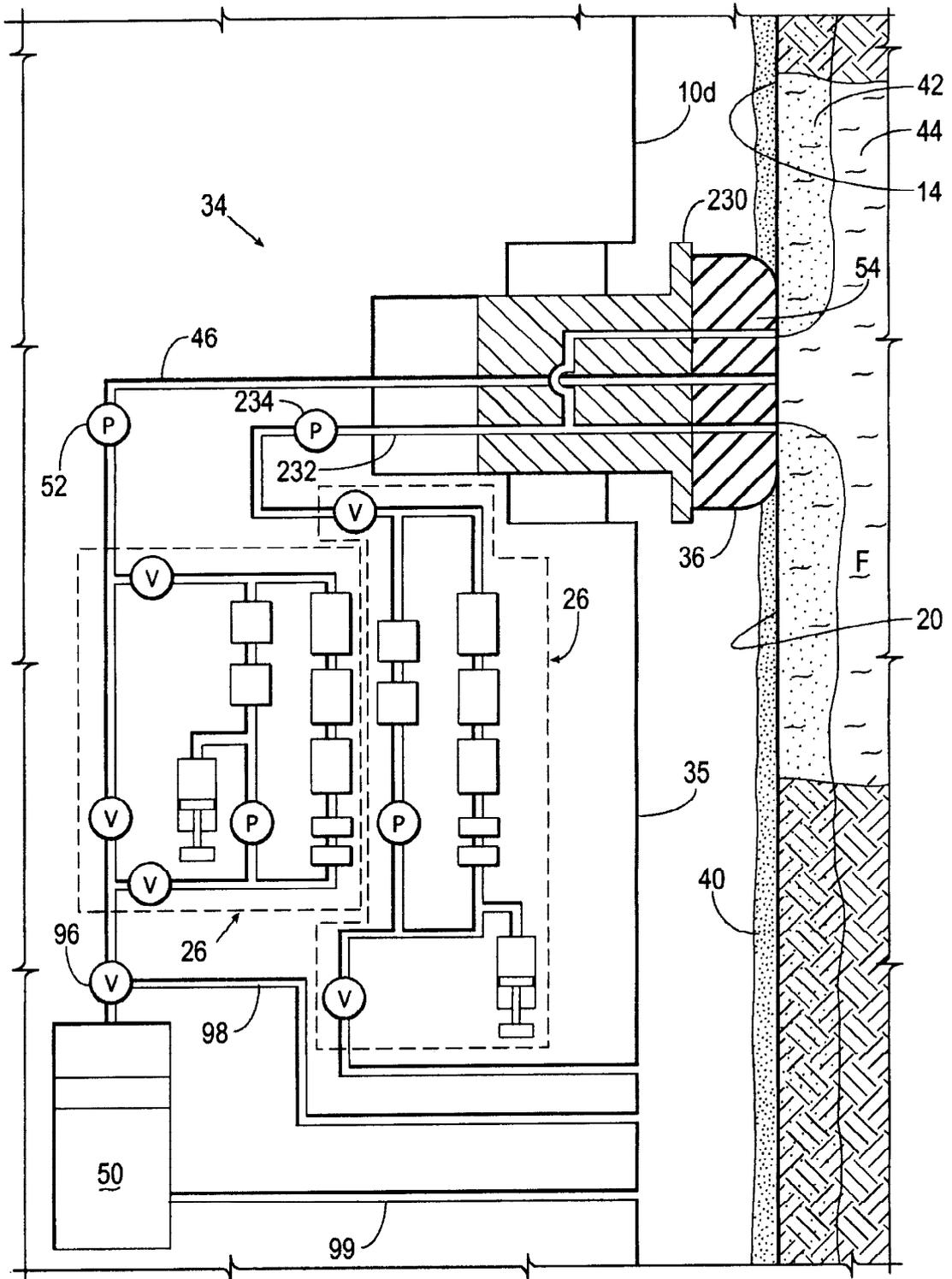


ФИГ. 5А



ФИГ. 5В





ФИГ. 7