

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202092394** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2021.12.31

(51) Int. Cl. *E21B 43/30* (2006.01)  
*E21B 44/00* (2006.01)  
*E21B 7/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2020.06.25

---

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МНОГООТВЕТНЫМ НАПРАВЛЕННЫМ БУРЕНИЕМ**

---

(31) 62/867,313

(72) Изобретатель:

(32) 2019.06.27

**Риддел Дерек, Кейрнз Пол, Тоуз  
Мэттью (СА)**

(33) US

(86) PCT/CA2020/000078

(74) Представитель:

(87) WO 2020/257913 2020.12.30

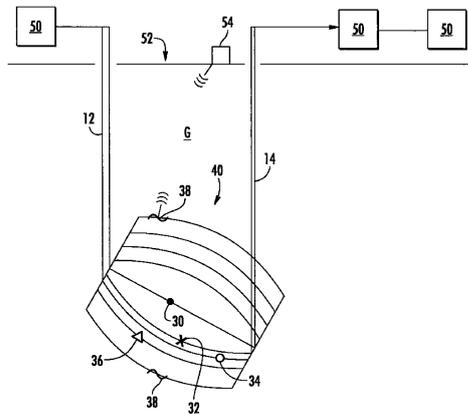
**Вашина Г.М. (RU)**

(71) Заявитель:

**ИВОР ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (СА)**

---

(57) Предложены способы управления направленным бурением скважин с уменьшенным отклонением траектории. Каждая из создаваемых скважин содержит сигнальные устройства, которые при направленном бурении дополнительных скважин используют одновременно или в заданной последовательности. С последовательным добавлением сигнальных устройств повышается точность дистанционирования, управления положением и соединения скважин, в частности многоствольных скважин.



**A1**

**202092394**

**202092394**

**A1**

## СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МНОГООТВЕТНЫМ НАПРАВЛЕННЫМ БУРЕНИЕМ

Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение

[0001] Предлагаемое изобретение относится к способу наведения, управления положением и дистанционирования множественных скважин в различных условиях, таких как высокая температура, неоднородная геологическая среда и т. д., а более конкретно, предлагаемое изобретение  
5 относится к способу контроля отклонения от намеченной траектории при операциях многоствольного бурения.

Предпосылки создания предлагаемого изобретения

10

[0002] Существует явная потребность в точном бурении. Эта операция является слишком дорогостоящей, и осложнения или неправильное трассирование, дистанционирование и соединение скважин требуют непомерно высоких капитальных вложений. Поэтому уже несколько десятилетий в данной  
15 отрасли предлагаются сложные решения. Многие из этих решений сформировались в области нефтяной промышленности применительно к парогравитационным операциям для спаренных скважин, однако в других отраслях эта технология не нашла применения для обеспечения точности многоствольного бурения, что давало бы особые преимущества в  
20 геотермальной энергетике. Ниже даются примеры относительно современных разработок.

[0003] В патентной публикации США US2009/0255661 от 15 октября 2009 года на имя Кларк и др. (Clark et al.) раскрыт способ бурения многоствольной  
25 скважины и обсаживания материнского ствола, в котором установлен многоствольный узел сопряжения. От этого многоствольного узла сопряжения бурят и обсаживают первый боковой ствол. Затем с использованием магнитолокации от многоствольного узла сопряжения бурят второй боковой ствол, при этом бурят так, чтобы этот второй боковой ствол имел  
30 контролируемое расположение относительно первого бокового ствола. Публикация фокусируется на нефтяной промышленности и поэтому не дает

дополнительных подробностей насчет количества боковых стволов. Конкретных решений проблемы отклонения траектории данная публикация не дает.

[0004] В патентной публикации США US2018/0313203 от 01 ноября 2018  
5 года на имя Дондерици и др. (Donderici et al.) раскрыта система использования электромагнитных и дозиметрических данных от первого ствола для калибровки модели геологической среды. Это далее используется для уточнения интерпретации измерений параметров второго ствола. Эти способы используют относительный подход. Соответственно, даже при том, что  
10 положение каждого ствола может быть определено неточно, их взаимное положение может быть определено точно. Результатом этого является лучшее управление положением парных скважин.

[0005] В патентной публикации США 2016/0273345 от 22 сентября 2016  
15 года на имя Дондерици и др. (Donderici et al.) раскрыты способ и система для магнитолокации и геонавигации. В абзаце [0019] описания говорится следующее:  
«В данной заявке описываются иллюстративные способы локации и системы, использующие магнитнодипольный маяк для проведения одного ствола по  
20 направлению к другому стволу. В обобщенном варианте осуществления изобретения упомянутый маяк из первого ствола наводит в геологической среде низкочастотные магнитные поля, которые улавливаются одним или бóльшим числом диполей (работающих как приемники). Маяк и/или принимающие диполи являются магнитными диполями, и в некоторых  
25 вариантах осуществления изобретения маяк или принимающие диполи, или же и то и другое могут представлять собой трехкоординатный магнитный диполь. Тем не менее, в любом варианте магнитные поля, излучаемые маяком, образуют естественный путь подхода к первому стволу. В результате второй ствол может быть направлен для согласования с направлением магнитного  
30 поля, которое автоматически установит идеальный подход к первому стволу».

[0006] Эта система явно применима для двухскважинных систем для поддержания стабильности в процессе бурения.

[0007] В дальнейших разработках, в частности, в патентной публикации США US 2017/0122099 от 04 мая 2017 года на имя Яо и др. (Yao et al.) предложены системы и способы цифрового согласования совокупности скважинных датчиков с помощью пространственных преобразований. Система  
5 содержит многочисленные сенсорные узлы, передающие данные, которые время от времени используются при математическом преобразовании, чтобы обеспечить точность при бурении с забойным двигателем.

[0008] В публикации PCT/US2012/036538 от 07 ноября 2013 года  
10 раскрыты системы и способы оптимального дистанционирования горизонтальных скважин. В этих системах и способах для проведения одного ствола по направлению к другому используют магнитнодипольный маяк. Один из вариантов осуществления этого изобретения предусматривает маяк для наведения в геологической среде низкочастотных магнитных полей из первого  
15 ствола. Эти поля воспринимаются одним или бóльшим числом диполей во втором стволе. Маяк и/или принимающие диполи представляют собой магнитные диполи, и в заявке утверждается, что в некоторых вариантах осуществления изобретения маяк или принимающие диполи, или же и то и другое могут представлять собой трехкоординатный магнитный диполь.  
20 Магнитные поля, излучаемые маяком, образуют естественный путь подхода к первому стволу. Следовательно, второй ствол может быть направлен для согласования с направлением магнитного поля, которое установит предпочтительный подход к первому стволу.

25 [0009] В патенте США № 9,581,718 от 28 февраля 2017 года на имя Родни (Rodney) раскрыта система локации в процессе бурения, содержащая бурильную колонну с источником магнитного поля, выполненным с возможностью наводить в обсадной колонне магнитный момент. Этот источник магнитного поля имеет в своем составе по меньшей мере один диполь с  
30 неортогональным наклоном относительно продольной оси бурильной колонны. Предусмотрен трехосевой магнитометр, детектирующий поле от наведенного магнитного момента и имеющий датчик, который обеспечивает сигнал, указывающий на угловую ориентацию источника магнитного поля. Предусмотрено устройство обработки данных, которое на основе сделанных

датчиком и трехосевым магнитометром измерений определяет относительную дальность и направление обсадной колонны.

5 [0010] В предшествующем уровне техники представляется желательным облегчить процесс управления многоствольным направленным бурением, чтобы можно было управлять положением скважины заранее намеченным образом с заранее намеченным дистанционированием с бурением в одном или в нескольких направлениях без опасного отклонения от намеченной траектории.

10

[0011] Предлагаемое изобретение в многочисленных вариантах его осуществления помимо прочего обеспечивает эти достоинства, предлагая способы и системы, применимые как в геотермальной энергетике, так и в нефтегазовой отрасли.

15

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

20 [0012] Одной из задач предлагаемого изобретения является создание способа более эффективного управления положением, соединения и дистанционирования скважин в подземной геологической среде.

25 [0013] Еще одна задача предлагаемого изобретения состоит в создании способа бурения в геологической среде системы скважин заранее заданной конфигурации, содержащего следующие стадии:

- в геологической среде бурят входной ствол скважины и выходной ствол скважины,

30 - выполняют бурение с подачей сигналов для связи между упомянутыми входным стволом и выходным стволом с целью образования непрерывной скважины, имеющей соединительный участок между входным стволом и выходным стволом, причем упомянутый соединительный участок имеет в геологической среде заранее заданную конфигурацию относительно входного ствола и выходного ствола, и

35 - по меньшей мере из одного из следующих мест: из входного ствола, из выходного ствола и/или из соединительного участка подают сигналы для связи,

чтобы бурить второй соединительный участок, функционально связанный с непрерывной скважиной с обеспечением заранее заданной геометрической конфигурации в геологической среде.

5 [0014] Для дальнейшего повышения эффективности извлечения геотермальной энергии при использовании предлагаемого способа соединительные участки скважины могут подвергаться дополнительной обработке.

10 [0015] Эта дополнительная обработка может представлять собой введение герметизирующих составов, осуществляемое непрерывно либо с перерывами во время или после бурения, либо в заданной технологической последовательности, чтобы по меньшей мере обеспечить непроницаемость стенок соединительных участков скважины, чтобы можно было обойтись без  
15 обсадных труб, лайнера или других элементов, уменьшающих передачу тепла.

[0016] Входя в подробности, следует заметить, что дополнительная обработка может включать по меньшей мере одно из следующего: введение композиции, не присущей данной геологической среде, типовой процесс, или  
20 комбинации того и другого.

[0017] Для повышения эффективности предлагаемого способа можно динамически модифицировать операции по дополнительной обработке в соответствии с данными, полученными при принятии сигналов, получаемых при  
25 по меньшей мере одной из операций бурения входного ствола и/или выходного ствола.

[0018] В зависимости от конкретной ситуации упомянутой типовой процесс включает регулирование температуры бурового раствора,  
30 предварительное охлаждение поверхности горной выработки в геологической среде, в которой выполняется бурение, охлаждение бурового оборудования и модификация пористого пространства скважины, образуемой при бурении в геологической среде.

[0019] Модификация пористого пространства может включать активирование пористого пространства для последующей обработки с целью придания непроницаемости для пластовой жидкости во избежание проникновения последней в соединительный участок или утечки рабочей жидкости в геологическую среду, закупоривание пористого пространства в процессе бурения в непрерывном режиме работы, закупоривание пористого пространства в процессе бурения в режиме периодической работы и комбинации этих режимов работы.

10 [0020] Модификация рабочего состояния может основываться также на передаче сигнальных данных между входным стволом и выходным стволом.

[0021] Еще одной целью предлагаемого изобретения является создание способа бурения в геологической среде в заранее намеченной конфигурации, содержащий следующие стадии:

- 15 - в геологической среде бурят входной ствол скважины и выходной ствол скважины,
- поблизости или на удалении относительно входного ствола и/или выходного ствола бурят отдельную скважину для передачи сигналов с целью связи по
- 20 меньшей мере с входным стволом и/или выходным стволом, и
- выполняют бурение соединительного участка скважины, обеспечивающего непрерывное соединение входного ствола и выходного ствола, с передачей сигналов для связи между входным стволом и/или выходным стволом с одной стороны и упомянутой отдельной скважиной с другой.

25 [0022] Для удобства и с целью уменьшения нагрузки на среду обитания входной и выходной стволы могут быть размещены в одном месте. Но если геологическая среда имеет нерегулярный и неоднородный термический градиент, то может возникнуть необходимость в расположении входного и

30 выходного стволов в разных местах.

[0023] Для передачи сигналов для связи по меньшей мере с одним из следующих объектов: с входным стволом, с выходным стволом и/или с соединительным участком скважины упомянутая отдельная скважина может

быть расположена поблизости или на удалении относительно входного ствола и/или выходного ствола. Это позволяет еще больше повысить уровень формирования скважины и управления ее положением несмотря на возможный неоднородный, прерывистый или хаотичный термический градиент.

5

[0024] Дальнейшая передача сигналов может осуществляться из сформированной непрерывной скважины и второго соединительного участка для управления бурением последующих соединительных участков и непрерывных скважин в рабочем соединении в заранее намеченной конфигурации в геологической среде. Так с точностью может быть создана сеть скважин с охватом большой области термически продуктивного пласта.

10

[0025] После этого общего описания предлагаемого изобретения далее последует подробное описание со ссылками на прилагаемые графические материалы.

15

#### ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

[0026] Предлагаемое изобретение применимо в отрасли бурения.

20

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИЛАГАЕМЫХ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0027] На фиг. 1 изображена блок-схема алгоритма, на которой указаны все стадии предлагаемого способа.

25

[0028] На фиг. 2 и фиг. 2А схематично изображено расположение скважин многоствольной системы.

30

[0029] На фиг. 3 система, показанная на фиг. 2, изображена на виде сверху.

[0030] На фиг. 4 изображено расположение скважин согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

35

[0031] На фиг. 5 изображено расположение скважин согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения.

[0032] На фиг. 6 изображен другой вариант расположения скважин в многоствольной системе.

5 [0033] На фиг. 7 изображен еще один вариант расположения скважин в многоствольной системе.

[0034] На фиг. 8 изображен еще один вариант расположения скважин в многоствольной системе.

10

[0035] На фиг. 9 изображен еще один вариант осуществления предлагаемого изобретения с многоствольными скважинами, обеспечивающий значительно уменьшенную нагрузку на среду обитания на поверхности.

15 [0036] На фиг. 10 схематично изображена система с замкнутым контуром, применимая к вариантам осуществления предлагаемого изобретения, относящимся к геотермальной энергетике.

[0037] На фиг. 11 схематично изображен еще один вариант  
20 осуществления предлагаемого изобретения.

[0038] На всех чертежах подобные сходные элементы обозначены сходными ссылочными обозначениями.

25

Наилучший ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0039] На фиг. 1 изображена блок-схема алгоритма, на которой указаны все стадии предлагаемого способа.

30

[0040] На фиг. 2 схематично изображен один из вариантов осуществления предлагаемого изобретения: система в целом обозначена позицией 10. В рассматриваемом варианте U-образная скважина включает пару находящихся на расстоянии друг от друга в целом вертикальных стволов 12 (входной ствол) и 14 (выходной ствол), а также соединительный участок 16, показанный как горизонтальный ствол, соединяющий стволы 12 и 14. Этот ствол может быть уже существующим, оставшимся от в настоящее время

35

неиспользуемой скважины, то есть, может представлять собой часть парогравитационной системы, или же это может быть новопробуренный ствол. Описываемая далее технология особенно полезна для перепрофилирования неиспользуемых нефтяных скважин, и из дальнейшего описания станет  
5 очевидно, что многие аспекты раскрываемой технологии могут быть легко введены в существующие нефтегазовые среды в качестве дополнений или замен, так же, как это имеет место в геотермальной энергетике.

[0041] В этом варианте между коллекторными узлами 26 и 28  
10 простираются вспомогательные боковые скважины 18, 20, 22 и 24, для примера показанные горизонтальными. Таким образом все эти скважины вместе соединены с соответствующим вертикальным стволом 12 или 14. В случае, когда U-образная скважина существовала раньше, сигнальные устройства могут быть размещены в вертикальных стволах 12 и 14 и в соединительном  
15 участке 16. Эти сигнальные устройства обозначены позицией 30. Подходящие сигнальные устройства можно выбрать из устройств этого назначения, известных в отрасли, в частности, это могут быть приемники, передатчики, приемопередатчики. В качестве примеров подходящих устройств можно назвать устройства таких производителей, как «Бейкер Хьюз» (Baker Hughes),  
20 «Сайнтифик Дриллинг» (Scientific Drilling), «Халлибертон» (Halliburton) и др.

[0042] Эти устройства могут быть модифицированы или выбраны таким образом, чтобы они могли осуществлять текущий контроль по меньшей мере одного из следующих параметров: механическая скорость бурения, расстояние  
25 между соседними скважинами, целостность соединения скважины с коллекторным узлом, износ буровой коронки, температура и расход жидкости в пробуриваемой скважине.

[0043] Эта технология хорошо разработана в отрасли и не нуждается в  
30 подробном описании.

[0044] В тех случаях, когда U-образной скважины ранее не существовало, она может быть пробурена в любой конфигурации как исходная базовая скважина с сигнальными устройствами, заложенными в нее в процессе бурения

в подходящее время, из тех соображений, чтобы либо оставить их там же для постоянного пребывания, либо разместить с возможностью впоследствии извлечь.

5 [0045] После размещения этого набора сигнальных устройств в одной скважине, он назначается «начальником» (в структуре типа «начальник – подчиненный») для сигнальной связи с процессом направленного бурения второй боковой скважины 20. Буровое оборудование (не показано) может обеспечивать возможность принимать в качестве «подчиненного»  
10 направляющие сигналы от сигнальных устройств 30 и оставлять дополнительные сигнальные устройства 32 в процессе проходки боковой скважины 20. Возможна также дополнительная связь с буровым оборудованием и сигнальными устройствами 30 и 32.

15 [0046] По завершении второй боковой скважины, оборудованной сигнальными устройствами 32, набор этих сигнальных устройств может быть назначен «начальником» для третьей боковой скважины 22. Упомянутое выше буровое оборудование в этой процедуре работает аналогично описанному выше. По ходу боковой скважины 22 устанавливаются сигнальные  
20 устройства 34. При такой организации процесса вторая боковая скважина пользуется тем преимуществом, что получает направляющие сигналы и от сигнальных устройств 30, и от сигнальных устройств 32 либо одновременно, либо независимо, либо в непрерывном режиме, либо в дискретном режиме. Должно быть понятно, что при таком решении за счет размещения датчиков  
25 удается значительно уменьшить отклонение от намеченной траектории в процессе бурения.

[0047] Что касается проходки третьей боковой скважины 22, то бурильное оборудование может быть выполнено с возможностью принимать сигналы  
30 направления в качестве «подчиненного» от сигнальных устройств 30, 32 и 34 и оставлять по ходу боковой скважины 22 сигнальные устройства 36. Как и в ранее рассмотренных примерах, эта скважина пользуется тем преимуществом, что получает направляющие сигналы и от сигнальных устройств 30, и от сигнальных устройств 32, и от сигнальных устройств 34.

[0048] Наконец, в том же духе в четвертой боковой скважине 24 могут быть размещены сигнальные устройства 38, имеющие связь с сигнальными устройствами 30, 32, 34 и 36.

5

[0049] Должно быть понятно, что сигнальные устройства в последней проходимой боковой скважине работают с накоплением данных, в результате чего с каждой новой боковой скважиной всё эффективнее уменьшается отклонение траектории. Это позволяет использовать уже существующие (неиспользуемые), заброшенные скважины, так как при многоствольном бурении начальная скважина менее важна. Первоначальный статус «начальника» становится менее важным по мере увеличения количества боковых скважин для получения многоствольной системы.

10

15

[0050] В существующем уровне техники многое в этой отрасли фокусируется на парных скважинах или на системах нагнетательных и эксплуатационных скважин, характерных для парогравитационных сред. Однако связанная с предлагаемой технологией превышающая ожидания точность позволяет применять ее в области геотермальной энергетики, каковое применение и будет предполагаться далее.

20

[0051] На чертежах соединительный участок представлен горизонтальным, однако реально он может проходить под любым углом, представляющим предпочтительным с точки зрения максимального извлечения тепловой энергии из геологической среды. Для этого на фиг. 2А проиллюстрированы другие возможности.

25

[0052] На фиг. 3 скважинная система, изображенная на фиг. 2, изображена на виде сверху.

30

[0053] На фиг. 4 проиллюстрирован вариант скважинной системы, имеющей многоярусную структуру, созданной в пределах геотермального градиента G. В этом варианте каждый ярус 40 многоярусной структуры может иметь собственный входной ствол 12, 12', 12'', 12''' и собственный выходной ствол 14, 14', 14'', 14'''. Если это целесообразно, все ярусы 40 могут быть

35

соединены с единым входным стволом 12 и единым выходным стволом 14. Многоярусная структура привлекательна возможностью обеспечить более высокую степень извлечения тепловой энергии, а также меньшую нагрузку на среду обитания.

5

[0054] На фиг. 5 проиллюстрирован еще один вариант, структура которого может быть охарактеризована как разветвляющаяся. В этом варианте многоствольные скважинные подсистемы 40 могут быть устроены на расстоянии друг от друга в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

10

Такая структура допустима, если нагрузка на среду обитания не представляет проблемы. Многоствольные скважинные подсистемы 40 могут быть выполнены с наклоном, как можно видеть на чертеже, под любым углом, обеспечивающим эффективное извлечение тепловой энергии из градиента  $G$ , когда этот градиент нерегулярный и/или неоднородный.

15

[0055] На фиг. 6 изображена система многоствольных скважин 20, 22, 24, 26 и 28, расположенных на расстоянии друг от друга вокруг соединительного участка 16, о котором говорилось выше. В проиллюстрированном варианте скважины распределены относительно одного центра, однако специалистам должно быть понятно, что возможны и другие конфигурации.

20

[0056] Во избежание загромождения некоторые части на чертеже не показаны, но должно быть понятно, что все скважины 20, 22, 24, 26 и 28 имеют общее соединение с вертикальными стволами 12 и 14 (не показаны) и

25

коллекторными узлами 26 и 28 (не показаны). Круговое распределение в геотермальной энергетике дает преимущество с точки зрения возможности извлечения большего количества тепла из определенного теплоносного

объема. В свете достижений в области направленного бурения, о котором говорится в настоящей заявке, такие конфигурации возможны и адаптируются

30

под соответствующие требования в зависимости от условий окружающей среды.

[0057] На фиг. 7 проиллюстрирован еще один вариант конфигурации скважинной системы. В этом варианте переплетена пара систем типа той,

которая изображена на фиг. 6, с подобными скважинами 18', 20', 22', 24' и 26'. Точность, обеспечиваемая предлагаемым способом бурения, облегчает это переплетение. Эта система обеспечивает повышение количества извлекаемой тепловой энергии из геотермальной зоны без дополнительной нагрузки на среду обитания. Это явно выгодно с точки зрения инвестиций, а также более удобно с точки зрения обслуживания системы в пределах определенной территории.

[0058] На фиг. 8 схематично показан еще один вариант, в котором пара систем, подобных изображенным на фиг. 7, находятся на расстоянии друг от друга, но в термическом контакте.

[0059] Системы, изображенные на фиг. 7 и фиг. 8, позволяют смягчить негативные последствия отклонения температуры на протяжении от пятки скважины до ее носка. Например, направление течения жидкости в скважинах 18, 20, 22, 24 и 26 (фиг. 7) может быть противоположным течению жидкости в скважинах 18', 20', 22', 24' и 26'. При таком решении пятка одной скважины будет находиться в термическом контакте с носком другой скважины, то есть, в противотоке.

[0060] На фиг. 9 изображен еще один вариант осуществления предлагаемого изобретения. В этом варианте отдельные многоствольные скважины 40 географически распределены на расстоянии друг от друга в геологической среде G. Этот вариант многоствольные скважины, такие как 42 и 44, закольцованы вместе на терминале 46 для соединения с выходным стволом 14. Составляющие второй набор многоствольных скважин скважины 42' и 44' могут располагаться в той же плоскости, что и многоствольные скважины 42 и 44, или же в параллельной плоскости и аналогично закольцовываться на терминале 46'. Преимущество такого решения состоит в том, что при очень значительной извлекаемой тепловой мощности земельный участок 48, занимаемый системой, относительно невелик. Этим устраняется потребность в обширных земельных участках 48 для увеличения производительности.

[0061] Во всех примерах входной ствол 12 и выходной ствол 14 оснащены известными вспомогательными компонентами, такими как устройства генерирования энергии (генераторы), устройства накопления энергии (аккумуляторы), системы соединения для электрической сети, системы совместного производства тепла и электроэнергии и т. д. Во избежание загромождения они на чертежах фиг. 1 – фиг. 9 не показаны. Кроме того, должно быть понятно, что геотермальные системы имеют замкнутый контур, а это значит, что входной ствол, коллекторные узлы, вспомогательные устройства генерирования энергии и т. д. с одной стороны и выходной ствол с другой стороны образуют непрерывную цепь с минимальными трубопроводными соединениями на поверхности. Это можно видеть на фиг. 10.

[0062] Вспомогательные устройства, находящиеся на поверхности 52, обозначены позицией 50. В рассматриваемом варианте замкнутый контур, находящийся ниже поверхности 52, представлен в увеличенном масштабе. Позицией 54 обозначено наземное приемно-передающее устройство, обеспечивающее связь с любым из устройств 30, 32, 34, 26, 38 или со всеми этими устройствами.

[0063] В качестве альтернативы описанной выше структуре типа «начальник – подчиненный» по выбору может осуществляться сигнальная связь одновременно со всеми устройствами как непрерывно, так и в заранее заданной последовательности, в зависимости от конкретной ситуации.

[0064] На фиг. 11 иллюстрируется разновидность вариантов осуществления предлагаемого изобретения, в которой вблизи других многоствольных скважинных систем расположена частично пробуренная скважина или ствол 56, оборудованный сигнальным / приемно-передающим устройством 56. Последнее выполнено с возможностью устанавливать связь с другими такими устройствами 30, 38 и 54 для управления направленным бурением скважинных систем, как об этом говорилось выше. Ствол 56 может быть пробурен далее для соединения с другими скважинами, что показано пунктирной линией 60. Может быть пробурено любое количество стволов 56

для увеличения связей в сетях, образуемых скважинными системами в геологической среде.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Способ бурения в геологической среде в заранее заданной конфигурации, содержащий следующие стадии:

- 5 - в геологической среде бурят входной ствол скважины и выходной ствол скважины,  
- выполняют бурение с подачей сигналов для связи между упомянутыми входным стволом и выходным стволом с целью образования непрерывной скважины, имеющей соединительный участок между входным стволом и  
10 выходным стволом, причем упомянутый соединительный участок имеет в геологической среде заранее заданную конфигурацию относительно входного ствола и выходного ствола, и  
- по меньшей мере из одного из следующих мест: из входного ствола, из выходного ствола и/или из соединительного участка подают сигналы для связи,  
15 чтобы бурить второй соединительный участок, функционально связанный с непрерывной скважиной с обеспечением заранее заданной геометрической конфигурации в геологической среде.

20 2. Способ по п.1, в котором входной ствол и выходной ствол размещены в одном месте.

3. Способ по пп.1 или 2, в котором геологическая среда имеет нерегулярный и неоднородный термический градиент.

25 4. Способ по любому из пп.1 – 3, в котором в качестве дополнительной стадии поблизости или на удалении относительно входного ствола и/или выходного ствола бурят отдельную скважину для передачи сигналов с целью связи по меньшей мере с одним из следующих объектов: с входным стволом, с выходным стволом, с соединительным участком.

30 5. Способ по любому из пп.1 – 4, в котором в качестве дополнительной стадии выполняют дальнейшую передачу сигналов из сформированной непрерывной скважины и второго соединительного участка для управления бурением последующих соединительных участков и непрерывных скважин в

рабочем соединении с заранее намеченной конфигурацией в геологической среде.

5 6. Способ по любому из пп.1 – 5, в котором при передаче сигналов для связи выполняют прием и передачу между скважинами.

7. Способ по любому из пп.1 – 6, в котором передачу сигналов для связи между скважинами выполняют одновременно.

10 8. Способ по любому из пп.1 – 7, в котором передачу сигналов для связи между скважинами выполняют в заранее установленной последовательности.

15 9. Способ по любому из пп.1 – 8, в котором бурение выполняют независимо из отдельных мест входного ствола и выходного ствола для соединения с целью получения непрерывной скважины с соединительным участком.

20 10. Способ по п.2, в котором в качестве дополнительной стадии обеспечивают наличие наземных сигнальных устройств, подземных сигнальных устройств и их комбинаций вблизи отдельных мест для управления направленным бурением.

25 11. Способ по любому из пп.1 – 10, в котором геологическая среда – это термически продуктивный пласт.

12. Способ по любому из пп.1 – 11, в котором геологическая среда – это геотермальный пласт.

30 13. Способ по любому из пп.1 – 12, в котором в качестве дополнительной стадии выполняют дополнительную обработку по меньшей мере соединительного участка с целью облегчения извлечения геотермальной энергии с помощью жидкости, протекающей по непрерывной скважине, без использования на этом соединительном участке обсадных труб или покровного материала.

35

14. Способ по п.13, в котором дополнительную обработку выполняют непрерывно либо с перерывами во время или после бурения, либо в заданной технологической последовательности операций бурения по меньшей мере одного из следующих объектов: входного ствола, выходного ствола,  
5 соединительного участка.

15. Способ по п.13, в котором в качестве дополнительной стадии динамически модифицируют операции по дополнительной обработке в соответствии с данными, полученными при принятии сигналов, получаемых при  
10 бурении входного ствола, выходного ствола и соединительного участка.

16. Способ бурения в геологической среде с заранее заданной конфигурацией, содержащий следующие стадии:  
- в геологической среде бурят входной ствол скважины и выходной ствол  
15 скважины,  
- поблизости или на удалении относительно входного ствола и/или выходного ствола бурят отдельную скважину для передачи сигналов с целью связи по меньшей мере с входным стволом и/или выходным стволом, и  
- выполняют бурение соединительного участка скважины, обеспечивающего  
20 непрерывное соединение входного ствола и выходного ствола, с передачей сигналов для связи между входным стволом и/или выходным стволом с одной стороны и упомянутой отдельной скважиной с другой.

17. Способ по п.16, в котором дополнительно от упомянутой отдельной  
25 скважины бурят вторую скважину, имеющую входной ствол и выходной ствол.

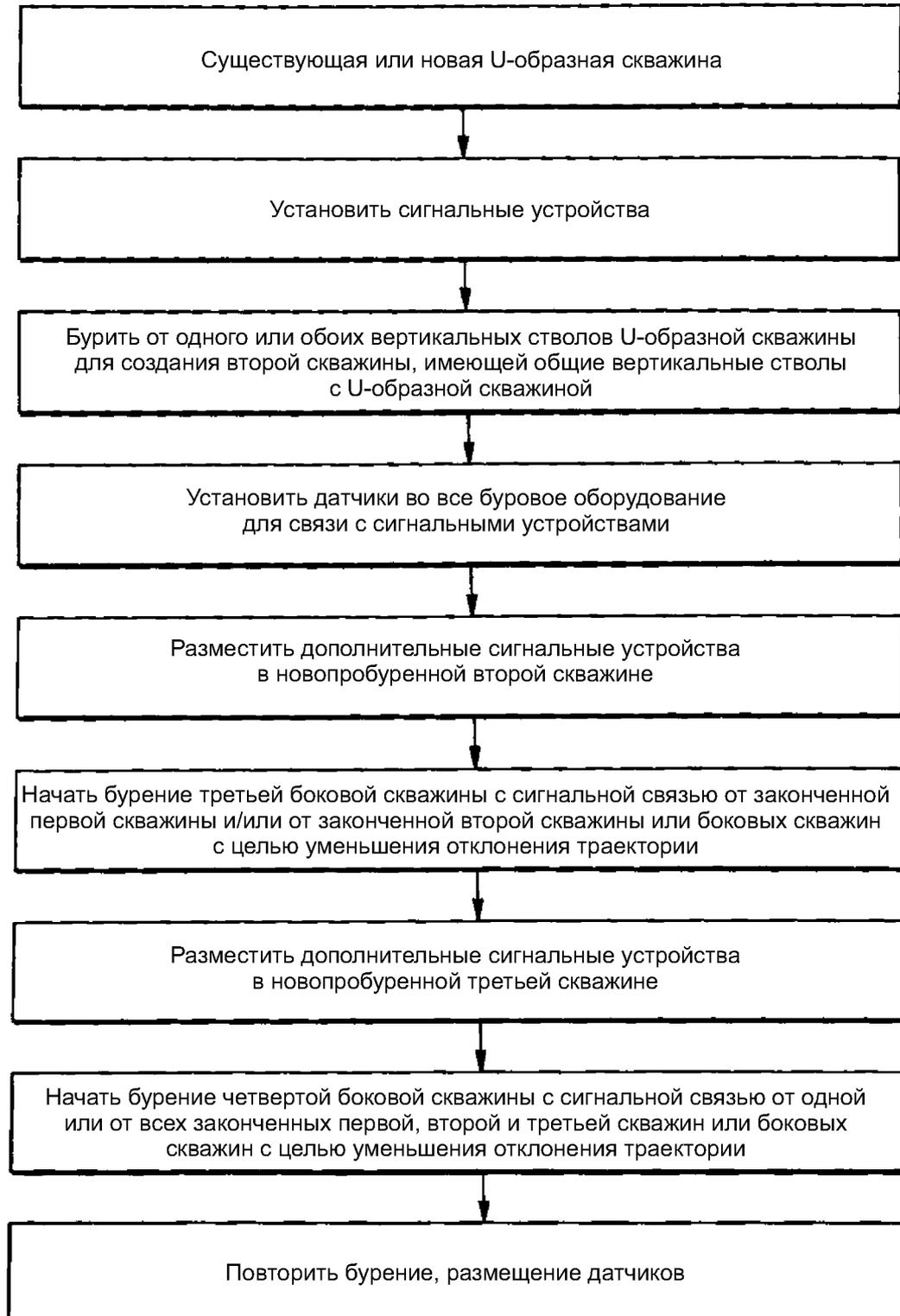
18. Способ по любому из пп.16 или 17, в котором упомянутая отдельная скважина представляет собой совокупность отдельных скважин, расположенных на расстоянии друг от друга.  
30

19. Способ по п.18, в котором дополнительно передают сигналы между упомянутой совокупностью отдельных скважин, расположенных на расстоянии друг от друга, для соединения непрерывных скважин.

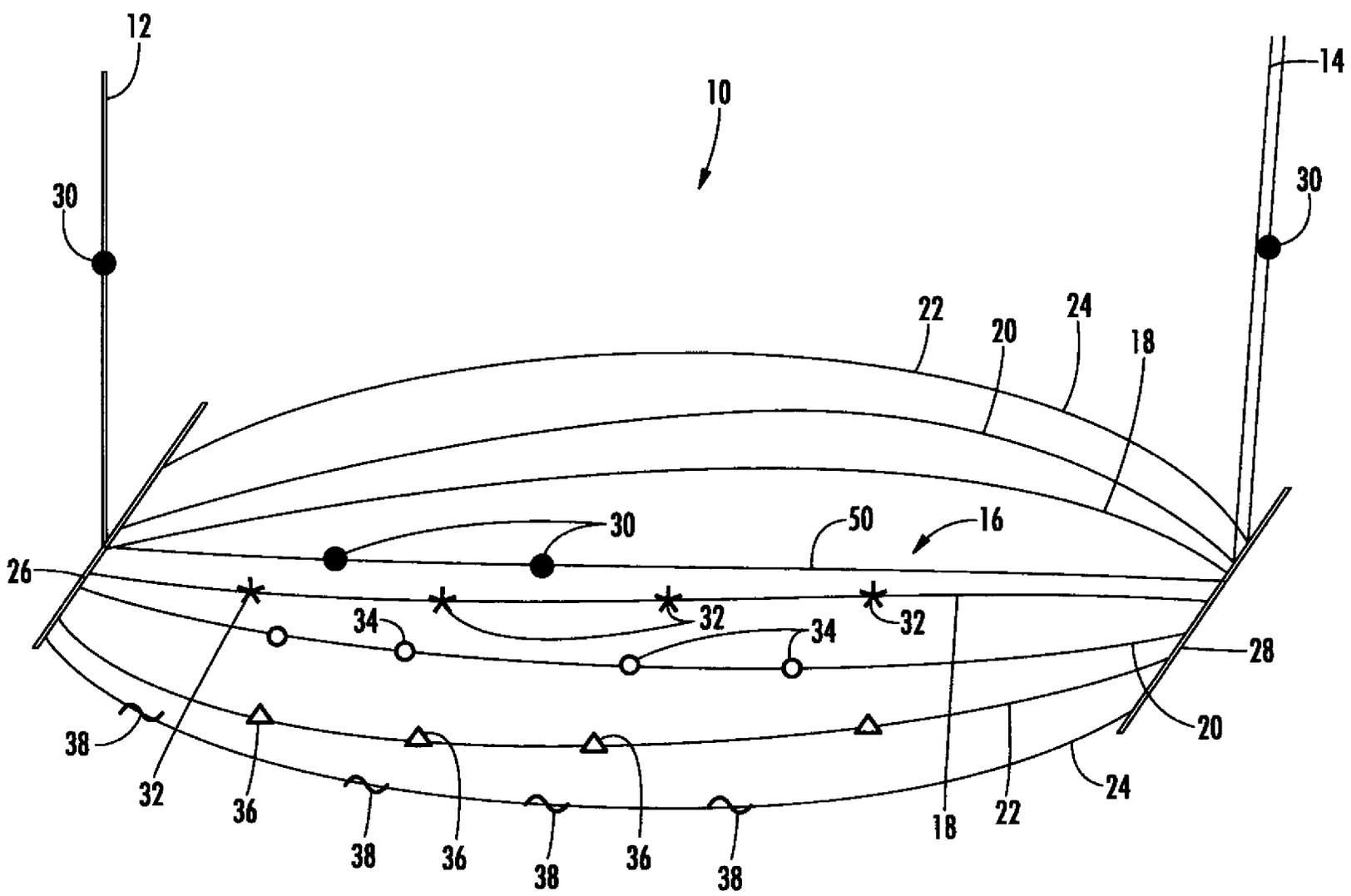
20. Способ по любому из пп.16 – 19, в котором при передаче сигналов выполняют прием и передачу между скважинами.

# Способ управления многоствольным направленным бурением

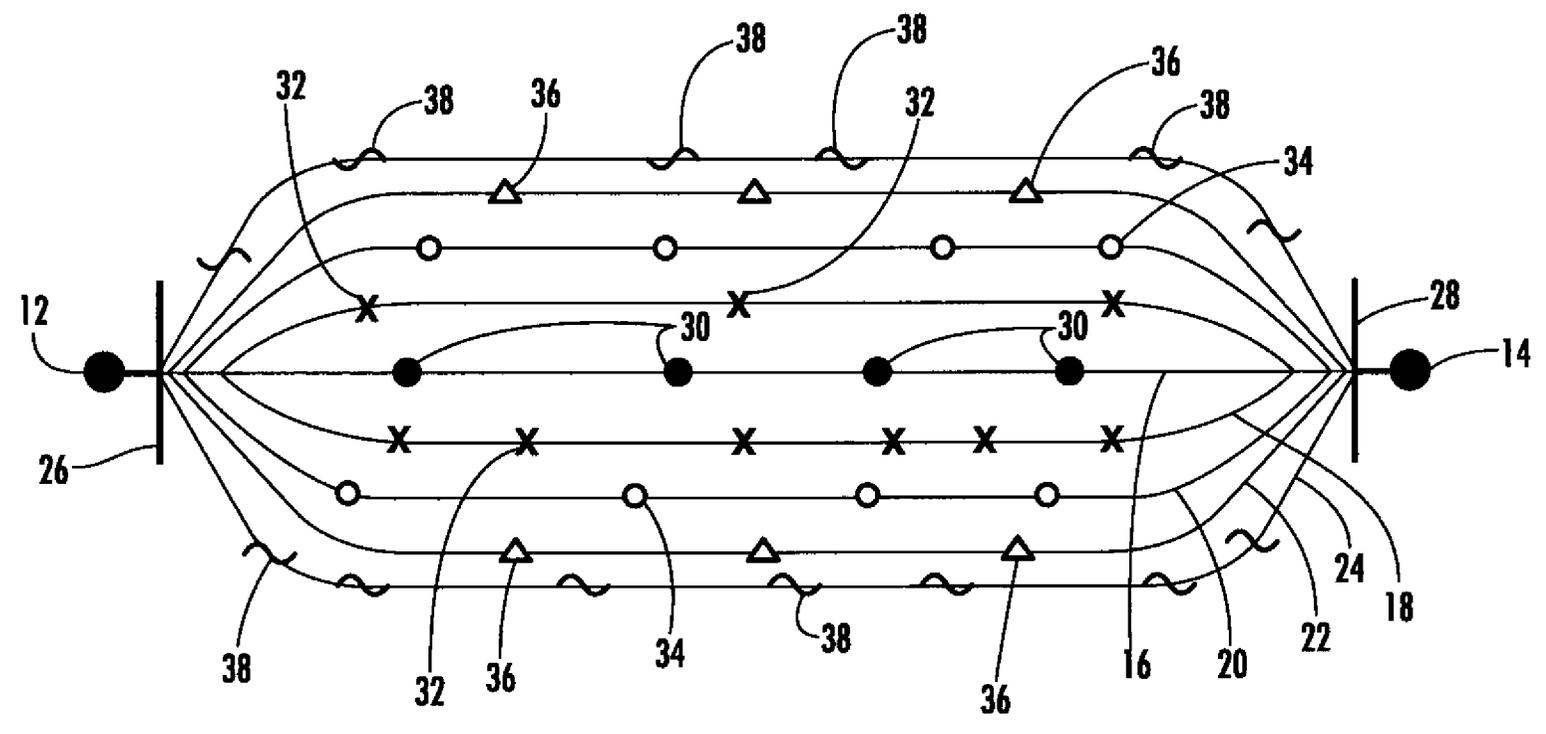
1/8



Фиг. 1



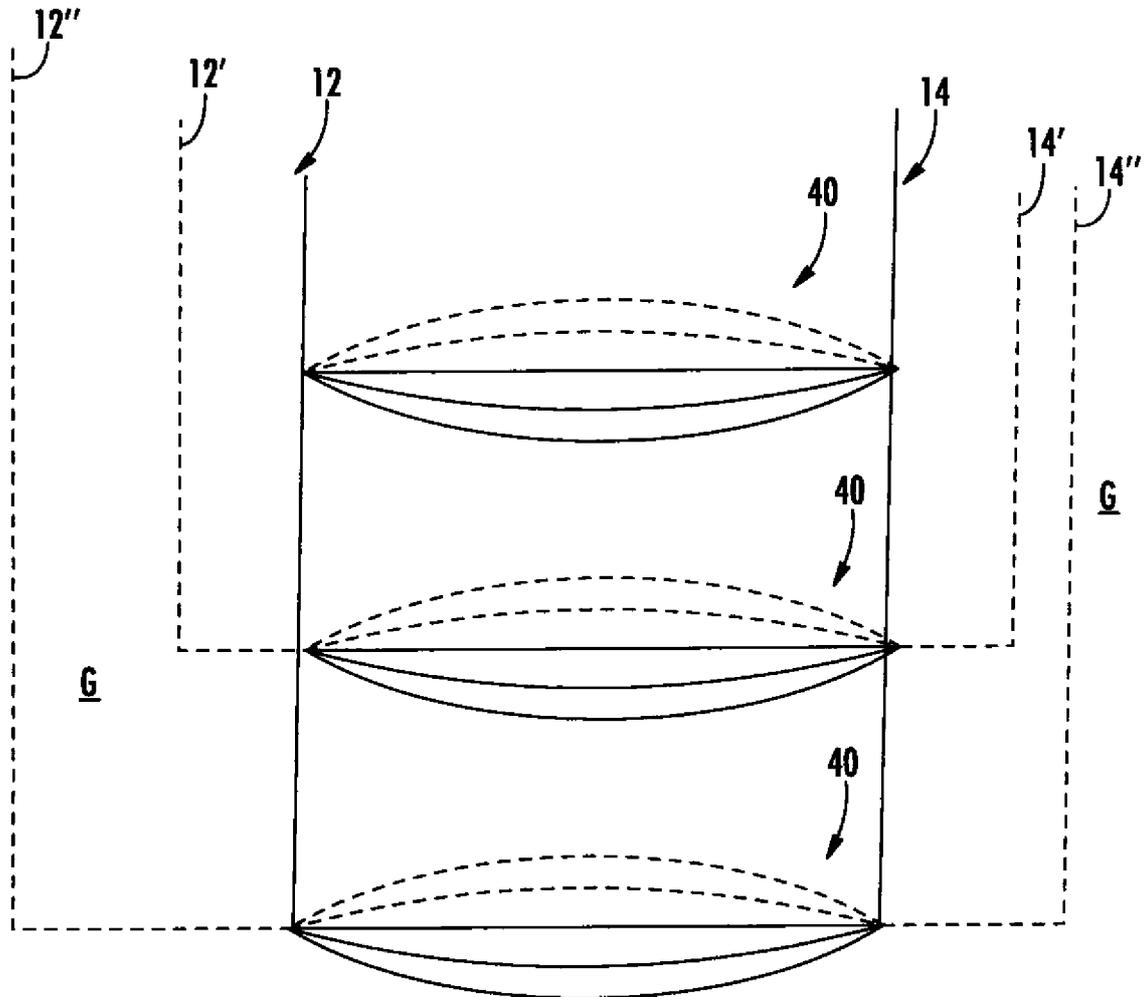
Фиг. 2



Фиг. 3

Способ управления многоствольным  
направленным бурением

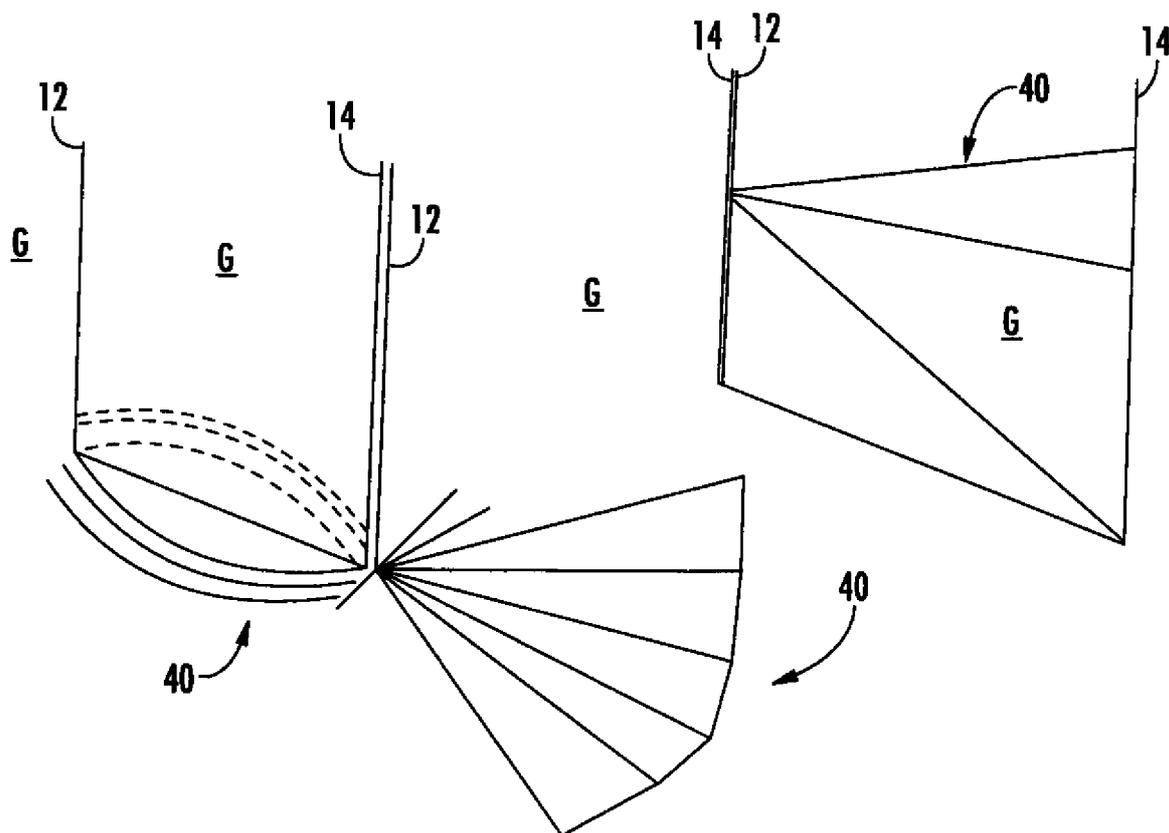
4/8



Фиг. 4

Способ управления многоствольным  
направленным бурением

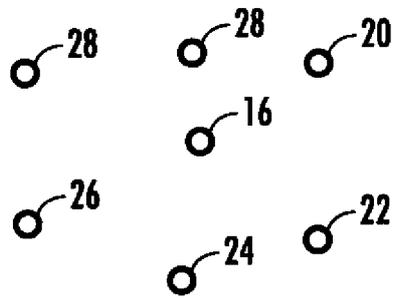
5/8



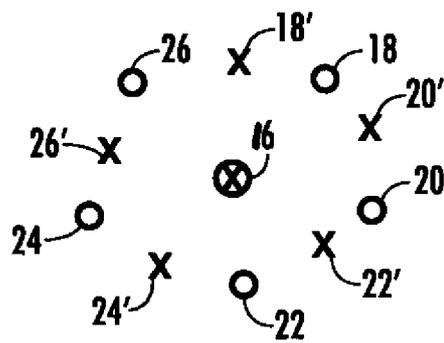
Фиг. 5

# Способ управления многоствольным направленным бурением

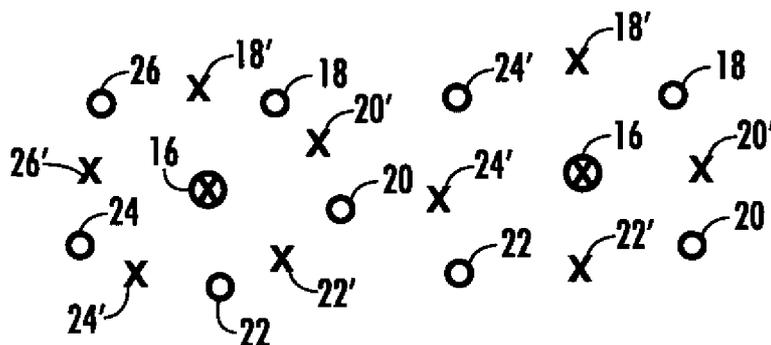
6/8



Фиг. 6



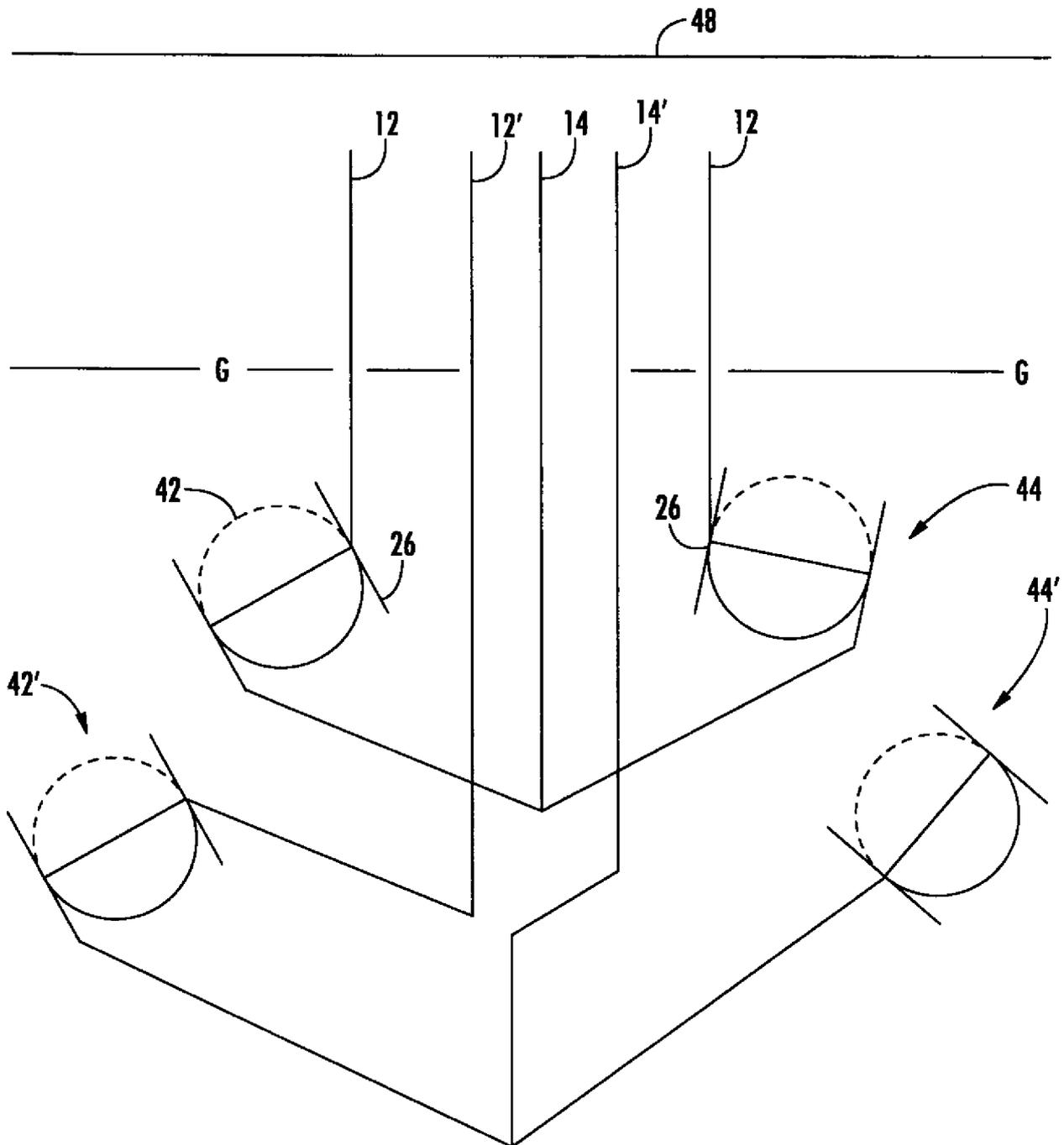
Фиг. 7



Фиг. 8

Способ управления многоствольным  
направленным бурением

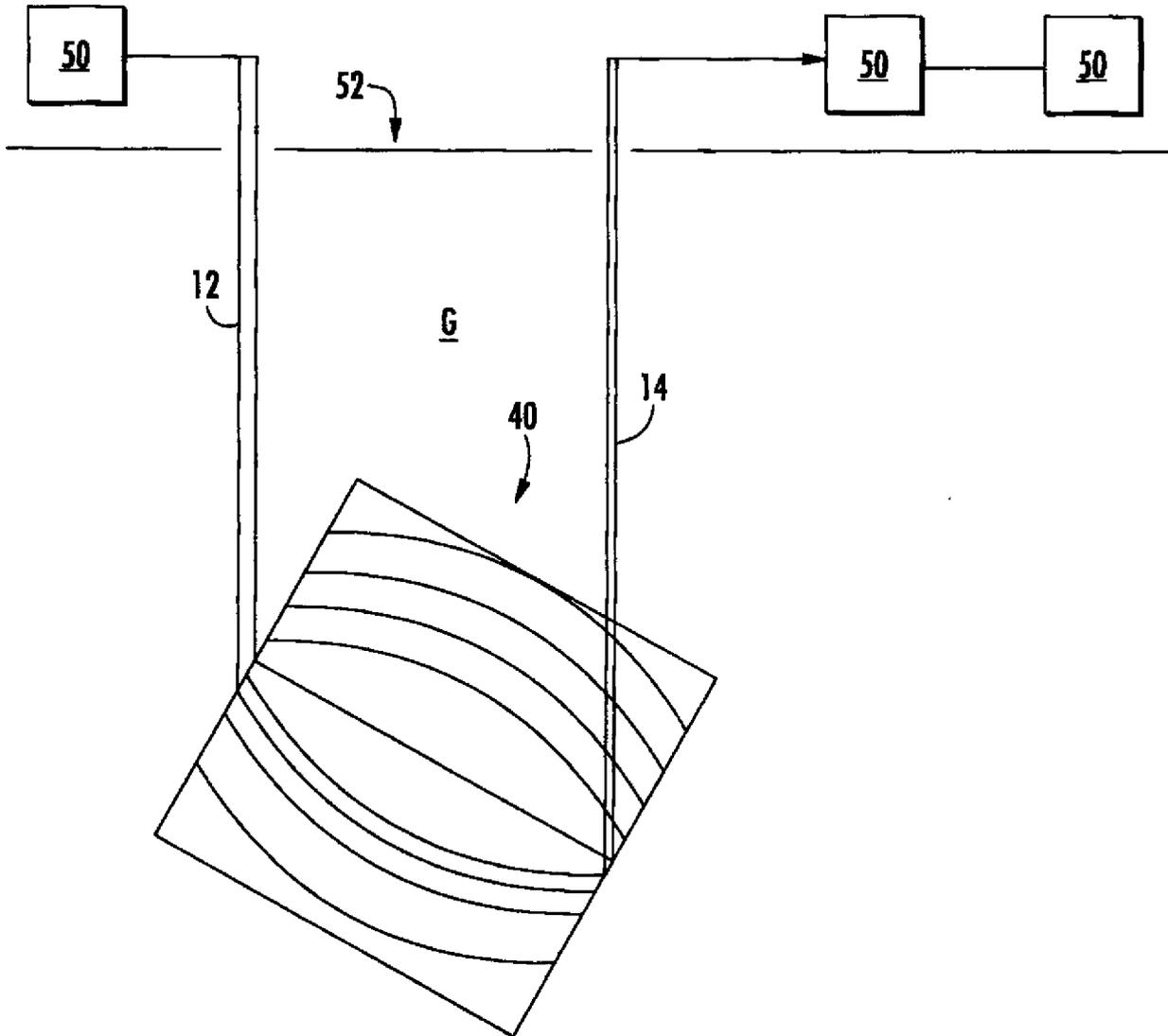
7/8



Фиг. 9

Способ управления многоствольным направленным бурением

8/8



Фиг. 10