

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202491636 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.10.31

(22) Дата подачи заявки  
2022.12.16

(51) Int. Cl. E21B 7/00 (2006.01)  
E21C 37/12 (2006.01)  
E21B 43/248 (2006.01)  
E21B 43/263 (2006.01)  
F24D 3/04 (2006.01)

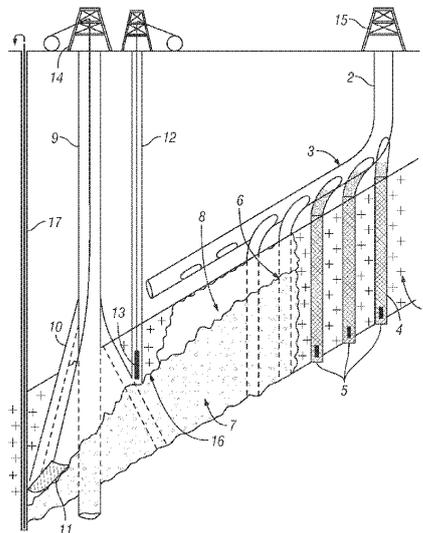
(54) СПОСОБЫ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКВАЖИН И МНОГООТВОРНЫХ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

(31) 63/293,057  
(32) 2021.12.22  
(33) US  
(86) PCT/US2022/053093  
(87) WO 2023/121952 2023.06.29

(71)(72) Заявитель и изобретатель:  
ПАЛМЕР ДАНИЭЛЬ Б. (US)

(74) Представитель:  
Хмара М.В. (RU)

(57) Способ подземной добычи в теле горной породы включает бурение одной или более служебных скважин по меньшей мере от одного местоположения на поверхности в подземное тело горной породы. Бурится множество многостворных взрывных скважин, ответвляющихся по меньшей мере от одной из одной или более служебных скважин, в подземное тело горной породы. В каждую из множества многостворных взрывных скважин загружается один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов. Один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводятся с поверхности. Осуществляется беспроводная детонация одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного рудного тела. Фрагментированная горная порода извлекается на поверхность через одну или более служебных скважин.



202491636  
A1

202491636

A1

## СПОСОБЫ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКВАЖИН И МНОГОСТВОЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

### 5 Ссылки на родственные заявки

[0001] Неприменимо.

### Декларация, касающаяся исследований или разработок, спонсируемых из федерального бюджета

10 [0002] Неприменимо.

Наименования сторон в соглашении о совместных исследованиях

[0003] Неприменимо

### 15 Уровень техники

[0004] Настоящее раскрытие относится к области подземной добычи полезных ископаемых. Известные способы подземной добычи либо требуют открытой горной выработки, где перед добычей целевой руды производится удаление покрывающей породы, либо задействуют подземные шахты, позволяющие  
20 производить выборочную добычу целевой руды. При подземной добыче шахтерам необходимо работать под землей, что требует обеспечения дорогостоящих поддерживающих конструкций, вентиляции, охлаждения и осушения.

[0005] В то время, как глобальная потребность в добыче полезных ископаемых растет, полезные ископаемые с большой концентрацией или  
25 высокосортные полезные ископаемые вблизи поверхности земли уже по большей части были добыты. Шахтерам требуется либо погружаться глубже в поиске высокосортных полезных ископаемых, либо добывать и перерабатывать большие объемы низкосортного материала на поверхности с получением пригодной руды. Эта проблема особенно остро стоит для меди, никеля и кобальта, критичных для  
30 производства инфраструктуры возобновляемой энергетики и электрических транспортных средств.

[0006] В известных способах добычи используются взрывчатые вещества, которые размещаются во взрывных скважинах, пробуренных в разрабатываемой зоне, для подрыва породы на мелкие фрагменты, которые затем можно извлечь на  
35 поверхность и переработать с целью отделения ценных рудных ископаемых.

Общепризнанно, что производство взрывов представляет собой наиболее энергоэффективный способ фрагментации породы.

5 [0007] По мере того, как шахты уходят все глубже в поиске ценных полезных ископаемых, в них повышается рабочая температура, увеличивается проникновение воды и увеличивается риск обвала породы и другие геолого-технические риски для работающего под землей персонала. Чтобы устранить такие риски, устанавливаются дорогостоящая вентиляция, системы охлаждения и осушения, стальные и бетонные поддерживающие конструкции, что требует больших затрат.

10 [0008] Существует потребность в способах, позволяющих извлекать на поверхность рудные тела, находящиеся глубоко под землей, без необходимости удалять покрывающую породу или же обеспечивать работу шахтеров под землей.

#### Сущность изобретения

15 [0009] Один аспект настоящего раскрытия относится к способу подземной добычи горной породы. Согласно данному аспекту способ включает бурение одной или более служебных скважин от по меньшей мере одного местоположения на поверхности в подземное тело горной породы. Бурятся множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин, в подземное тело горной породы. В каждую из множества 20 многоствольных взрывных скважин загружается один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов. Один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводятся с поверхности. Осуществляется беспроводная детонация одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного рудного тела. Фрагментированная горная порода извлекается на поверхность через одну или 25 более служебных скважин.

[0010] В некоторых вариантах осуществления после извлечения объема фрагментированной горной породы текучая среда пропускается через остающуюся под землей фрагментированную горную породу для извлечения растворимой или мелкодробленой составляющей остающейся горной породы.

30 [0011] В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере участок одной или более служебных скважин бурится так, чтобы обеспечить пересечение в подлежащей извлечению зоне в подземном теле горной породы или около указанной зоны. Точка пересечения по меньшей мере участка одной или более служебных скважин используется в качестве опорного местоположения для других 35 операций бурения.

[0012] В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере одна служебная скважина бурится с использованием магнитолокации или электромагнитной локации относительно другой скважины.

5 [0013] В некоторых вариантах осуществления одна или более из множества многоствольных взрывных скважин направляется относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение одной или более из множества многоствольных взрывных скважин.

10 [0014] В некоторых вариантах осуществления навигация во множестве многоствольных взрывных скважин в подземном теле горной породы осуществляется посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, относящейся к минералогическому составу.

15 [0015] В некоторых вариантах осуществления одна или более многоствольных взрывных скважин бурятся с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

20 [0016] Некоторые варианты осуществления дополнительно включают ввод хвостов породы с поверхности в пустое пространство, образовавшееся после извлечения объема фрагментированной горной породы.

25 [0017] В некоторых вариантах осуществления фрагментированная горная порода извлекается через одну или более служебных скважин с использованием доставляемого лебедкой устройства для изъятия фрагментированной горной породы из подземной кучи отбитой породы и перемещения фрагментированной горной породы на поверхность.

30 [0018] В некоторых вариантах осуществления доставляемое лебедкой устройство перемещается внутри обсадной трубы, расположенной в по меньшей мере одной из двух из одной или более служебных скважин, при этом доставляемое лебедкой устройство крепится к обсадной трубе, а обсадная труба вдвигается в кучу отбитой породы для содействия в наполнении доставляемого лебедкой устройства.

35 [0019] В некоторых вариантах осуществления служебные скважины бурятся с пересечением в самой нижней точке кучи отбитой породы, при этом доставляемое лебедкой устройство содержит дно, снабженное однонаправленным механизмом, обеспечивающим сбор фрагментированной горной породы при входе в кучу отбитой породы.

[0020] В некоторых вариантах осуществления доставляемое лебедкой устройство собирает материал при помощи направленного вниз ударного действия или вибрации с использованием массы и троса.

5 [0021] В некоторых вариантах осуществления одна или более служебных скважин содержат первую извлекающую скважину, внутри которой размещен контейнер для извлечения фрагментированной горной породы, причем контейнер размещен на лебедке, при этом одна или более служебных скважин содержат по меньшей мере вторую извлекающую скважину, пробуренную с пересечением первой извлекающей скважины из выработки, содержащей фрагментированную  
10 горную породу, так что фрагментированная горная порода поступает во вторую извлекающую скважину под действием гравитации, при этом контейнер, размещенный во второй извлекающей скважине, поднимает фрагментированную горную породу на поверхность.

[0022] В некоторых вариантах осуществления перемещение  
15 фрагментированной горной породы управляется посредством бурильной трубы или штанги, вставленной во вторую извлекающую скважину, эксплуатируемую с поверхности, при этом бурильная труба или штанга, действующая во второй скважине, уменьшает размер фрагментов фрагментированной руды.

[0023] В некоторых вариантах осуществления механическое воздействие  
20 посредством бурильной трубы или доставляемого тросом устройства или ввод взрывных устройств в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин, пробуренных через подземное тело горной породы, разбивает фрагментированную горную породу на более мелкие фрагменты, чтобы обеспечить возможность извлечения более мелких фрагментов на поверхность через по  
25 меньшей мере одну из одной или более служебных скважин.

[0024] В некоторых вариантах осуществления фрагментированная горная порода извлекается с применением струйного насоса, доставляемого посредством концентрических или параллельных составных труб в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

30 [0025] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин бурится с использованием устройства скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность последующего направленного бурения  
35 ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

[0026] В некоторых вариантах осуществления труба перемещается в начальное местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, и далее, после того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин от каждой из ветвей многоствольной взрывной скважины, труба возвращается в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества многоствольных взрывных скважин.

[0027] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин бурится с использованием инструмента, содержащего трубу, вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин. Труба закреплена на месте. Труба содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины, множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем одном из множества позиционирующих устройств в требуемом местоположении для бурения набора многоствольных взрывных скважин, и механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующего в последовательности наборов многоствольных взрывных скважин.

[0028] В некоторых вариантах осуществления один или более взрывных зарядов загружаются в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины. Гибкий внутренний рукав вставляется внутрь внешней трубы. Внутренний рукав наполняется взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами. Внешняя труба и гибкий внутренний рукав проводятся в ветвь многоствольной взрывной скважины на трубе. Обеспечивается срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении и гибкий внутренний рукав высвобождается внутри ветви многоствольной взрывной скважины. Внешняя труба убирается, оставляя взрывчатые вещества расширяться в гибком внутреннем рукаве для заполнения практически всего диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

[0029] В некоторых вариантах осуществления один или более детонаторов воспламеняются посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

[0030] В некоторых вариантах осуществления фрагментированная горная порода извлекается с использованием пары извлекающих скважин, пробуренных от поверхности с пересечением вблизи подземного тела горной породы, при этом в одной из пары извлекающих скважин трос пропускается вниз, а в другой из пары извлекающих скважин трос пропускается вверх, образуя петлю. Извлекающее оборудование, прикрепленное к тросу, используется для подъема фрагментированной горной породы на поверхность за счет движения троса.

[0031] Способ подземной добычи в горной породе согласно другому аспекту настоящего раскрытия включает бурение одной или более служебных скважин от местоположения на поверхности в подземное тело горной породы. Бурятся множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от одной из одной или более служебных скважин. В одну или более из многоствольных взрывных скважин загружаются один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов. Один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводятся с поверхности. Осуществляется беспроводная детонация одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы. Фрагментированная горная порода извлекается через существующую шахту.

[0032] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин направляются относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение одной или более многоствольных взрывных скважин.

[0033] В некоторых вариантах осуществления навигация во множестве многоствольных взрывных скважин в теле горной породы осуществляется посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, при этом по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

[0034] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин бурятся с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения последующей ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

[0035] В некоторых вариантах осуществления труба перемещается в начальное местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины. Способ дополнительно включает бурение

набора многоствольных взрывных скважин от каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом после того, как пробурен набор многоствольных взрывных скважин от каждой ветви многоствольной взрывной скважины, труба возвращается в начальное местоположение и ориентацию для  
5 обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из набора многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви многоствольной взрывной скважины.

[0036] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин бурятся с использованием инструмента, содержащего: трубу,  
10 вставленную в одну из одной или более служебных скважин, причем труба закреплена на месте в одной из одной или более служебных скважин. Труба содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины и множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного  
15 отклонителя на соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении для бурения набора многоствольных взрывных скважин. Труба содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в наборе взрывных скважин.

[0037] В некоторых вариантах осуществления один или более взрывных  
20 зарядов загружаются в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины. Гибкий внутренний рукав вставляется внутрь внешней трубы и  
25 наполняется взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами. Внешняя труба и гибкий внутренний рукав проводятся в ветвь многоствольной взрывной скважины на служебной трубе. Способ дополнительно включает высвобождение механизма, срабатывающего для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, при этом гибкий внутренний рукав высвобождается внутри  
30 ветви многоствольной взрывной скважины и расширяется, и внешний рукав убирается, оставляя взрывчатые вещества расширенными в высвобожденном гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

[0038] В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере один из  
35 одного или более детонаторов воспламеняется посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

[0039] Способ подземной добычи в горной породе согласно еще одному аспекту настоящего раскрытия включает бурение одной или более служебных скважин от местоположения на поверхности в подземное тело горной породы. Бурится множество подземных многоствольных взрывных скважин в тело горной породы. Множество подземных многоствольных взрывных скважин ответвляется от по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин. В подземные многоствольные взрывные скважины загружаются один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов, вводимых с поверхности. Осуществляется беспроводная детонация одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы. Через фрагментированное подземное тело горной породы пропускается текучая среда для извлечения растворимой или мелкодробленой составляющей фрагментированного подземного тела горной породы.

[0040] В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере участок одной или более служебных скважин бурится так, чтобы обеспечить пересечение в подземном теле горной породы или около него, при этом точка пересечения используется в качестве опорного местоположения для других операций бурения.

[0041] В некоторых вариантах осуществления две из одной или более служебных скважин бурятся с использованием магнитолокации или электромагнитной локации.

[0042] В некоторых вариантах осуществления множество подземных многоствольных взрывных скважин направляется относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение множества многоствольных взрывных скважин.

[0043] В некоторых вариантах осуществления во множестве подземных многоствольных взрывных скважин осуществляется навигация в подземном теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, причем по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

[0044] В некоторых вариантах осуществления части множества подземных многоствольных взрывных скважин бурятся с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

[0045] Некоторые варианты осуществления дополнительно включают ввод хвостов породы с поверхности под землю через по меньшей мере одну из одной или

более служебных скважин после извлечения объема фрагментированного подземного тела горной породы.

[0046] В некоторых вариантах осуществления фрагментированное подземное тело горной породы извлекается с использованием струйного насоса, доставляемого посредством вложенных или параллельных составных труб, расположенных в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

[0047] В некоторых вариантах осуществления множество подземных многоствольных взрывных скважин бурятся с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

[0048] В некоторых вариантах осуществления труба перемещается в начальное местоположение и ориентацию внутри служебной скважины для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины. После того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин, труба возвращается в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви многоствольной взрывной скважины.

[0049] В некоторых вариантах осуществления множество многоствольных взрывных скважин бурится с использованием инструмента, содержащего трубу, вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин и закрепленную на месте в по меньшей мере одной служебной скважине, причем труба содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения одной или более из множества подземных многоствольных взрывных скважин. Труба дополнительно содержит множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении в по меньшей мере одной служебной скважине для бурения набора из множества подземных многоствольных взрывных скважин. Труба дополнительно содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в последовательности многоствольных взрывных скважин.

[0050] В некоторых вариантах осуществления один или более взрывных зарядов загружаются в по меньшей мере одну из множества подземных

многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем диаметр ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины. Гибкий внутренний рукав вставляется внутрь  
5 внешней трубы. Гибкий внутренний рукав наполняется взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами. Внешняя труба и внутренний рукав проводятся в ветвь многоствольной взрывной скважины на доставляющей трубе. Обеспечивается срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, гибкий внутренний рукав  
10 высвобождается и расширяется внутри ветви многоствольной взрывной скважины, и внешний рукав убирается, оставляя взрывчатые вещества расширяющимися в гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

[0051] В некоторых вариантах осуществления один или более детонаторов  
15 воспламеняются посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

[0052] Другие аспекты и возможные преимущества будут очевидны из последующих описания и формулы изобретения.

## 20 Краткое описание чертежей

[0053] На фиг.1 проиллюстрирован боковой вид способа подземной добычи посредством скважин и многоствольных взрывных скважин в целом.

[0054] На фиг.2 проиллюстрированы несколько видов неоднократно используемого многоствольного устройства скважинного отклонителя и бурильного  
25 инструмента в подвижной обсадной трубе.

[0055] На фиг.2А проиллюстрирован подвижный скважинный отклонитель внутри заранее вырезанной фиксированной обсадной трубы с множеством выходов в виде окон для многоствольных скважин.

[0056] На фиг.3А и 3В проиллюстрированы виды загружающей трубы для  
30 взрывчатых веществ.

[0057] На фиг.4 проиллюстрирован боковой вид способа извлечения, использующего ковш, доставляемый канатной лебедкой.

[0058] На фиг.4А проиллюстрирован вид в деталях извлекающего ковша, доставляемого внутри обсадной трубы.

[0059] На фиг.5 проиллюстрирован боковой вид извлекающего оборудования, использующего гидравлический струйный насос.

[0060] На фиг.6 проиллюстрирован боковой вид способа извлечения с использованием подъемного устройства и нескольких стволов.

[0061] На фиг.7 проиллюстрирован боковой вид и отдельные детали двух скважин для развертывания извлекающего оборудования, использующего способ с петлей кабеля.

[0062] На фиг.7А и 7В проиллюстрированы, соответственно, боковой вид и отдельные детали использования режущего инструмента для создания петлевой системы с двумя скважинами. На фиг.7В также проиллюстрированы детали извлекающего оборудования, где используется способ с петлей кабеля с двумя скважинами.

[0063] На фиг.8 проиллюстрировано скважинное подземное выщелачивание после осуществления добычи.

#### Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

[0064] Способы и устройства, описанные здесь, позволяют определять положение скважин в теле горной породы глубоко под землей, подлежащей извлечению на поверхность, или около него, без удаления покрывающей породы или необходимости работы шахтеров под землей. Раскрытые способы используют новое оборудование, технологии и геометрии добычи для обеспечения возможности подобного извлечения.

[0065] Способы согласно настоящему раскрытию можно рассматривать, как сходные с малоинвазивной хирургией в ортопедии, где небольшое отверстие используется для точного удаления проблемного элемента из сустава.

[0066] В случае добычи способы согласно настоящему раскрытию обеспечивают кардинальные изменения в экономических результатах, энергопотреблении, безопасности персонала, материальных потребностях и воздействии на окружающую среду. Раскрытые способы могут обеспечить доступ к запасам руды, которые ранее и сейчас невозможно было добывать безопасно и экономично.

[0067] За счет создания нескольких отдельных пустых пространств последовательно посредством взрывов и уменьшения количества пустой породы, удаляемой для образования туннелей, становится возможным повторно вводить шлам хвостов породы в пустые пространства, и тем самым снизить или устранить потребность в опасных и рискованных для окружающей среды хвостовых отвалах.

[0068] Раскрытые способы имеют следующие ключевые элементы:

(A) способ создания исходного пустого пространства для обеспечения возможности начать бурение и взрывные работы

(B) различные системы, призванные заменить бурильную установку под землей на систему многоствольного бурения, эксплуатируемую с поверхности

5 (C) различные системы для загрузки взрывчатых веществ в многоствольные взрывные скважины и их удаленной детонации

(D) различные системы, призванные заменить подземные системы удаления горной породы на систему, эксплуатируемую с поверхности, которая извлекает материалы через скважину или множество скважин

10 (E) различные системы для точного определения положения бурения и взрывных работ относительно рудного тела и осуществления функций контроля за качеством

(F) конкретные способы выщелачивания низкокачественной руды, следующие за извлечением горной породы

15 (G) способы, относящиеся к эксплуатации существующих горных выработок.

[0069] В способах согласно настоящему раскрытию вся операция добычи выполняется с использованием оборудования, эксплуатируемого с поверхности или ранее разработанного местоположения, сходно с операциями, выполняемыми с использованием бурильной установки для бурения на нефть и газ через одну или  
20 более скважин. Взрывные работы известны в качестве наиболее экономически эффективного и энергоэффективного способа фрагментации горных пород в современной горнодобывающей промышленности, и являются основным способом создания фрагментированной горной породы, которую можно извлекать посредством данного способа.

25 [0070] Далее описана типичная последовательность операций добычи. Выбираемые фактическая геометрия, технические решения и способы извлечения будут зависеть от таких факторов, как геологическое строение минеральных ресурсов, глубина, свойства породы для руды и покрывающей породы, предыдущие горные выработки и других факторов. Ввиду этого в раскрытии описаны  
30 неограничивающие примеры в качестве иллюстраций способа. По меньшей мере первая «служебная» скважина проходит в тело горной породы или рудное тело под землей. Такая первая скважина может проходить на большую глубину, например, несколько сотен или тысяч метров, для того, чтобы пробить тело горной породы или рудное тело. Эта по меньшей мере одна скважина увеличивается в целевой зоне,  
35 т. е. рудном теле, так, чтобы быть настолько большой, насколько это практично, для обеспечения пустого пространства для начала процесса взрыва. Увеличение может

быть произведено, например, с использованием разбурывающих устройств или путем бурения многоствольных взрывных скважин от первой или иной скважины.

[0071] При использовании в настоящем раскрытии подразумевается, что термин «служебная» означает любые действия, которые могут быть произведены или осуществлены в скважине, включая, без ограничений, перемещение инструментов и оборудования, перемещение текучих сред и перемещение твердых объектов, таких, как фрагменты горной породы. Термин «служебная» никак не ограничивает область действий, выполняемых в любой скважине, но используется исключительно для ясной идентификации соответствующей скважины (скважин), когда это нужно для ясности раскрытия.

[0072] В некоторых вариантах осуществления может быть пробурена вторая служебная скважина (для использования в качестве начальной точки для взрывных скважин), так что местоположение дна скважины находится вблизи первой скважины, а затем от второй служебной скважины бурится несколько ветвей многоствольной скважины. В большой операции добычи может быть несколько таких взрывных скважин. Когда бурение взрывных скважин завершено, в каждую ветвь многоствольной взрывной скважины вводятся взрывчатые вещества. Взрывчатые вещества детонируются удаленно, например, с использованием радиосигналов, которые проникают под землю, или с использованием сигналов гидравлического давления. Для эффективного подрыва и удаления горной породы сначала детонируются взрывчатые вещества, ближайšie к первой скважине или любой другой сходной скважине, которая используется для извлечения. Далее фрагментированный материал, известный как «куча отбитой породы», извлекается через служебную скважину. Описанный выше процесс повторяется, и создается пустое пространство или «выработка». Размер и форма выработки будут проектироваться с учетом стабильности горной породы, и она может использовать такие элементы, как опорные колонны, оставленные на месте, или геометрии со сводчатой крышей для предотвращения обрушения выработки. Известно, что фрагментация горной породы путем взрывных работ является наиболее энергоэффективным способом фрагментации горной породы, и многие из инноваций служат для обеспечения большей степени фрагментации посредством взрыва с использованием данного способа с целью оптимизации эффективности.

[0073] Хотя в настоящем примере осуществления рассматривается создание по меньшей мере второй служебной скважины в качестве основной или «начальной» скважины для последующих операций многоствольного бурения, следует ясно понимать, что описанные здесь многоствольные взрывные скважины

могут быть пробурены от первой служебной скважины, при этом первая служебная скважина после этого используется для операций извлечения, описанных далее.

[0074] Фрагментированная горная порода может быть извлечена посредством извлекающего устройства, расположенного в первой скважине.

5 Существует много различных способов извлечения, которые можно использовать в соответствии с настоящим раскрытием в зависимости от глубины, характеристик горной породы, уровня воды и подлежащих извлечению объемов. Извлекающее устройство может использовать либо закачиваемую текучую среду, обычно воду под давлением, для подъема небольших фрагментов горной породы в шламе на  
10 поверхность, либо механический ковш, наполняемый посредством отдельного ствола или сбрасываемый или загоняемый в кучу отбитой породы с помощью веса ковша, момента, или проталкиваемый внутри трубной колонны, или протаскиваемый посредством тросов.

[0075] На поверхности вся вода в извлеченном полезном ископаемом может  
15 быть отделена.

[0076] Первым основным нововведением согласно настоящему раскрытию является последовательность действий и оборудование, которые позволяют реализовать функции бурения и проведения взрывов в подземной добыче с поверхности посредством одной или более скважины или скважин с  
20 использованием технологии направленного бурения и многоствольных взрывных скважин, которые можно бурить, направлять, и в которые можно загружать взрывчатые вещества и детонировать их последовательно с поверхности. Настоящий пример способа может реализовывать ряд геометрий для разработки шахт, которые будут новыми и будут существенно отличаться от геометрии шахт,  
25 разрабатываемых в настоящее время. Описанные здесь способы требуют точной разведки положения взрывных шахт для создания геометрии и пространства, которые обеспечивали бы эффективные взрывные работы.

[0077] Другие основные нововведения включают способы эффективной и экономичной доставки на поверхность получившегося материала, который был  
30 разбит на фрагменты в результате взрыва, с использованием доставляемых лебедкой заборников или «черпаков», или гидравлических сил в колонне труб, или гидравлического подъема посредством рабочей среды, такой как вода или воздух. Такой материал может быть извлечен через одну или более сервисных скважин. Черпаки или ковши могут перемещаться внутри обсадной трубы и загоняться в кучу  
35 отбитой породы посредством трубы. В других способах для извлечения руды используются ковши, доставляемые на тросах.

[0078] Настоящий пример способа в общем будет нацелен на высококачественную руду на глубинах, превышающих 100 м от поверхности. Рудные тела на меньших глубинах скорее всего будут менее экономичны в сравнении с открытой горной выработкой. В любой ситуации настоящий пример  
5 способа может быть выгодным, поскольку он снижает воздействие на окружающую среду на поверхности и риски и может позволить использовать шахты в областях, которые обычно закрыты для существующих способов добычи.

[0079] «Руда» используется для обозначения подлежащего извлечению материала; это может быть добываемое полезное ископаемое и может включать  
10 залежи, содержащие чистые металлы, такие как золото и серебро, и руды меди, свинца, цинка, кобальта, никеля или других металлов. В целом ожидается, что способ будет наиболее выгоден для ценных высококачественных месторождений, располагающихся более глубоко в недрах, но он также может применяться для любого материала, добываемого под землей.

[0080] Настоящий пример способа представляет собой совершенно новый способ добычи, который ранее не предлагался по причине того, что он требует  
15 нескольких новейших разработок как в области оборудования добычи с использованием взрывов, так и в области нефтепромыслового бурения, и в первую очередь их экономической эффективности. Из технологий добычи требуется  
20 использование удаленно управляемого детонатора, который срабатывает с использованием радиочастотных сигналов, передаваемых через горную породу. Из нефтедобывающей и газодобывающей промышленности требуется направленное бурение, многоствольное бурение, буровые коронки для бурения в твердых породах, и могут также потребоваться геонавигация, бурение с коротким радиусом  
25 кривизны, средства управления направленным бурением с обратной связью, управляемые роторные буровые снаряды и гироскопические способы разведки в ходе бурения для максимизации эффективности и точности разведки.

[0081] Основываясь на всем этом, основные нововведения лежат в следующих областях.

[0082] Концепция добычи с поверхности посредством многоствольных  
30 взрывных скважин.

[0083] Новая последовательность операций бурения и взрывных работ для того, чтобы сделать возможными такое многоствольное бурение и взрывные работы.

[0084] Новая геометрия операций бурения и взрывных работ для того, чтобы  
35 сделать возможными такое многоствольное бурение и взрывные работы.

[0085] Инструменты для эффективного бурения и повторного входа в многоствольные взрывные скважины.

[0086] Способы обеспечения того, что взрывные скважины бурятся в оптимальном положении, чтобы минимизировать разубоживание руды.

5 [0087] Геофизические измерения, кабельный каротаж, каротаж в ходе бурения и другие датчики будут использоваться в скважине для оценки характеристик руды, характеристик массива породы, глубины пересечения скважин и относительной близости в ходе всего процесса. Ожидается, что в процессах будет применяться много технологий из области добычи нефти и газа для обеспечения  
10 информации, относящейся к физическим характеристикам горной породы.

[0088] Инструменты для эффективной загрузки взрывчатых веществ в указанные многоствольные взрывные шахты и для обеспечения того, что указанные взрывчатые вещества полностью заполняют поперечное сечение указанной взрывной скважины для достижения максимального эффекта.

15 [0089] Способы и инструменты для извлечения образовавшегося фрагментированного материала или «кучи отбитой породы» из-под земли посредством гидравлических струйных насосов или иного выкачивания шлама в суспензии.

[0090] Способы и инструменты для создания множества стволов и способ  
20 извлечения фрагментированного материала посредством ковшей, которые опускаются и возвращаются посредством тросов и подъемного оборудования из точек сбора в подземной куче отбитой породы. Эти ковши могут перемещаться внутри и крепиться к обсадной трубе, чтобы загонять их в кучу отбитой породы.

[0091] Так как раскрытый способ не требует полного осушения подлежащей  
25 добыче области или исключения рисков падения горной породы или обвалов горной породы, то он может позволить осуществлять добычу из значительно более глубоких залежей в сравнении с возможными ранее. Он может позволить добычу в областях с высокой температурой, с присутствием отравляющих газов или с геотехнической нестабильностью, слишком опасных для осуществления  
30 традиционных способов подземной добычи. Способ не требует блокового обрушения и может обеспечить извлечение и замену горных тел без значительного оседания поверхности в отдельных случаях.

[0092] Вероятно, что раскрытый способ будет наиболее выгоден при добыче  
35 рудных месторождений в крутопадающих залежах или выработках, которые являются сравнительно узкими.

[0093] В целом «бурение» и «буровой» относятся к роторному бурению, стандартно используемому при бурении нефтяных, газовых и водяных скважин в подземных формациях. Этот способ предполагает использование стандартно используемого бурильного оборудования и способов его эксплуатации. В целом при использовании этих способов в данном приложении несколько различий позволят обеспечить меньшую стоимость реализации.

[0094] Для всего показанного подземного оборудования в объем настоящего раскрытия входит система бурильной установки, сходная с системами, используемыми для бурения нефтяных, газовых или водяных скважин, которая находится на поверхности, чтобы обеспечить: средства прохода составной трубы в скважины и из них, средства создания механических усилий на указанной трубе по вертикали и крутильных усилий, средства закачивания воды или бурового раствора под высоким давлением, средства забора возвращающегося бурового раствора, воды и частиц выбуренной породы и удаления их из раствора.

[0095] Во-первых, вместо дорогого бурового раствора может использоваться водный буровой раствор, поскольку нет необходимости в утяжеленных растворах или управлении потерями раствора. В том случае, когда шахта находится выше уровня грунтовых вод (уровня свободной воды), для бурения могут использоваться воздух, пена или иные текучие среды с низкой плотностью для предотвращения избыточных потерь. Во-вторых, не будет требоваться оборудование управления давлением, такое как противовыбросовое оборудование, поскольку подлежащая бурению горная порода не будет содержать углеводороды или зоны с аномально высоким давлением.

[0096] Хотя для операций добычи это и глубоко, они будут считаться сравнительно неглубокими в сравнении с бурением на нефтяных месторождениях, и тем самым оборудование для более низких давлений и более низких температур может иметь значительно более низкую стоимость.

[0097] Может существовать вариант, когда в некоторых случаях бурение может быть более дорогим, по причине того, что полезные ископаемые часто встречаются в твердой горной породе, которая является метаморфической или магматической. Тут могут потребоваться буровые коронки для бурения в твердых породах и соответствующие способы, например, шарошечное долото или устройства гидромолота.

[0098] В целом «поверхность» относится к земной поверхности, однако данный способ может быть использован для углубления шахты от существующего карьера, где люди задействованы в процессе добычи, и это следует принимать во

внимание во всем описании. В этом случае поверхность следует рассматривать как положение, где выполняются все работы с участием людей в существующей шахте.

[0099] В способе создается множество выработок и сокращается объем пустой породы, обычно генерируемой из-за соединительных туннелей и отделений.

5 Кроме того, отдельные выработки, гидравлически изолированные и осушенные, далее могут использоваться для утилизации хвостов пород, устраняя необходимость в поверхностных хвостовых отвалах.

[0100] В некоторых случаях, когда полезные ископаемые после взрыва являются растворимыми, куча отбитой породы может оставаться на месте, и  
10 извлекаться посредством процессов выщелачивания или добычи растворением.

[0101] Способ может быть использован для разработки оставшейся руды в областях, которые ранее были разработаны с использованием традиционных способов, но не могут разрабатываться далее из-за проникновения воды, нестабильности горной породы или других препятствий, связанных с безопасностью  
15 или экономическими соображениями. В этом случае многоствольное бурение и взрывные работы могут использоваться для создания куч отбитых горных пород, которые затем извлекаются посредством описанных здесь способов или используя существующие горные выработки, используя традиционные способы или посредством скважинного подземного выщелачивания.

20 [0102] Раскрытые здесь способы в начале предусматривают использование скважинного оборудования для бурения на нефть и газ с некоторыми модификациями и относительно простых механических устройств. После распространения способа нововведения в области робототехники приведут к дальнейшей разработке роботизированных устройств для повышения рабочих  
25 показателей различных ключевых функций процесса. Некоторые примеры этого перечислены. (i) Роботизированные механизмы для перемещения и выравнивания скважинного отклонителя для бурения многоствольных взрывных скважин без удаления бурильной трубы из скважины. (ii) Безопасная загрузка взрывчатых веществ во взрывные скважины после бурения с минимальным количеством  
30 проходов по бурильной трубе, включая передвижение и выравнивание скважинного отклонителя для ввода взрывчатых веществ без удаления бурильной трубы из скважины. (iii) Увеличение эффективности извлечения горной породы посредством роботизированного загрузочного устройства для эффективного проведения загрузки горной породы и фрагментов руды в извлекающее устройство. (iv) Автоматизация  
35 операций на поверхности, таких как бурение, загрузка взрывчатых веществ и разгрузка горной породы и руды из извлекающих устройств.

[0103] Раскрытый способ описан здесь как последовательность шагов для достижения цели по извлечению руды из подземного рудного тела безопасным, принимающим во внимание окружающую среду и экономически привлекательным образом. Данные описания относятся к некоторым, но не всем, возможным вариантам осуществления, раскрытым на чертежах; в некоторых случаях шаг может иметь иные опции нежели чем описано на чертежах.

[0104] На фиг.1 проиллюстрирован боковой вид способа с использованием многоствольной взрывной скважины как подземной взрывной скважины. На фигуре проиллюстрирован один из упрощенных вариантов реализации способа в общем случае. Рудное тело представляет собой наклонный пласт (1) обозначенный посредством заполнения знаком «+».

[0105] К подлежащей извлечению руде можно получить доступ посредством извлекающей скважины (скважин) (9), пробуренной вглубь, в данном случае пробуренной вертикально. Эта скважина в данном случае увеличена в рудном теле для создания «пункта выпуска» за счет бурения коротких многоствольных взрывных скважин и проведения взрывов с получением пустого пространства (10) в форме перевернутого конуса. Далее материал извлекается посредством бурения и прокачивания (циркуляции) или иного описанного здесь способа извлечения. Это обеспечивает исходное пространство для обеспечения возможности проведения взрывов в более крупном масштабе для инициирования и создания фрагментов. Оно также позволяет использовать устройство (11) ковша с относительно длинным проходом в качестве ковша скребкового экскаватора, или чтобы погружать его в кучу отбитой породы в пункте (10) выпуска.

[0106] На фиг.1 ссылочное обозначение (2) относится к скважине, пробуренной с поверхности с бурильной установки на поверхности (15) для бурения многоствольных взрывных скважин для взрыва выработки. Вслед за бурением вдоль выработки с уклоном вниз в данном случае устанавливается многоствольная обсадная колонна (3). От этих точек выхода далее бурятся боковые стволы многоствольной скважины в рудное тело (4); они заполняются взрывчатым веществом с радиоуправляемым детонатором, размещенным во взрывчатых веществах, как правило у основания (5). Они последовательно детонируются для разрушения горной породы взрывом на настолько мелкие фрагменты, насколько возможно. В целом используя очень большую взрывную нагрузку или «расходный коэффициент взрывчатого вещества» можно было бы получить наиболее мелкую фрагментацию горной породы. (6) обозначает местоположение более ранних скважин, где был произведен взрыв, а (7) означает оставшуюся фрагментированную

горную породу или «кучу отбитой породы». (8) обозначает пустое пространство или выработку, которое может быть частично заполнено водой. Геометрия разработана так, чтобы часть крыши выработки 16 частично блокировала поток отработанной породы вниз по выработке, обеспечивая наличие пункта выпуска. Это представляет собой свободную поверхность отработанной породы, которая позволяет устройству ковша работать с отработанной породой без эффективного давления сверху от фрагментированной горной породы.

[0107] Устройство (11) ковша представляет собой цилиндрическое устройство с несколькими компонентами, которое неоднократно циркулирует вверх и вниз для извлечения руды, разработанное и эксплуатируемое с целью максимизировать количество горной породы, которые можно захватить за один спуск. Устройство ковша доставляется с высокой скоростью на проволочном канате с лебедки на поверхности (14). В данном случае ковш сбрасывается к основанию пункта выпуска и собирает горную породу в ходе перетаскивания вверх по куче отбитой породы. В других случаях, например, как показано на фиг.5, он может быть погружен или задвинут в кучу отбитой породы для вычерпывания материала в цилиндрическом ковше.

[0108] В объем настоящего раскрытия входит случай, когда могут присутствовать пары таких скважин, так что ковши могут двигаться в противофазе в одном стволе, так, чтобы энергию падающего ковша можно было вернуть. В объем настоящего раскрытия входит случай, когда для ускорения извлечения одновременно может эксплуатироваться несколько стволов.

[0109] Возвращаясь к фиг.1, там показана вспомогательная скважина (12), которая может быть пробурена с пересечением пункта выпуска. Это позволило бы, например, перемещать в направлении вниз высокоскоростной молот (13) на проволочном канате с лебедки (14), для разбивания слишком крупного материала. В некоторых случаях можно перемещать вниз взрывчатые вещества для расчистки препятствий. Кроме того, для пробуривания блокад в каком-либо стволе может быть использована бурильная установка. Вспомогательная скважина (17) может быть пробурена для извлечения воды из выработки с использованием подходящей системы водяного насоса.

[0110] В некоторых случаях скважина (3) может пересекаться с (9), (12) или (17) для обеспечения опорного местоположения. Этого можно достичь с использованием технологий магнитолокации.

[0111] Фиг.2 иллюстрирует несколько видов неоднократно используемого многоствольного устройства скважинного отклонителя и бурильного инструмента в

подвижной обсадной трубе. Ссылочное обозначение (20) относится к стальной трубе (сходной с обсадной трубой, используемой при бурении нефтяных скважин), вставляемой в многоствольную скважину для бурения ветви многоствольной скважины, содержащей другие компоненты, которая используется для точного 5 расположения окна (22) и скважинного отклонителя (21) для направления последующего бурения ветвей многоствольной скважины с нужной ориентацией. (20) может также иметь буровую колонку или буровой фрезер, чтобы обеспечить возможность удаления обломков пород, которые могли упасть в скважину. В некоторых вариантах осуществления обсадная труба может не доходить до 10 поверхности и может быть прикреплена к извлекаемой подвеске хвостовика, которая представляет собой механическое устройство для удержания на месте обсадной трубы в скважине.

[0112] Ссылочное обозначение (21) относится к скважинному отклонителю, который представляет собой твердое тело, имеющее форму, которая толкает 15 буровую коронку в ходе последовательных операций бурения для бурения из окна в породу под углом набора кривизны, определяемым формой скважинного отклонителя, и азимутом и глубиной, определяемыми положением скважинного отклонителя.

[0113] Ссылочное обозначение (23) относится к якорю, который может 20 потребоваться для проталкивания узла таким образом, чтобы зазор между окном и скважиной уменьшился для предотвращения падения обломков породы во взрывную скважину.

[0114] На поверхности или какой-либо другой контрольной точке точные опорные точки (27) на обсадной трубе (26) используются для ориентации и 25 позиционирования узла по глубине, и затем надежного крепления (28) системы для обеспечения ее неподвижности в ходе процесса бурения ответвления.

[0115] Многоствольная скважина бурится с использованием оборудования (29) для направленного бурения, известного в данной области, такого как кривой переводник, двигатель и забойная телеметрическая система.

30 [0116] Начальной точкой для этой системы может на самом деле быть многоствольная скважина с одной или более ветвями, которые далее являются основой для множества многоствольных взрывных скважин.

[0117] В целом от одной скважины, показанной в трех измерениях, подлежащей бурению от одной скважины. Существует несколько ограничений на то, 35 сколько взрывных скважин может быть пробурено от одной скважины, ограничивающими факторами могут быть такие проблемы, как износ обсадной

трубы. В случаях, когда работа выполняется на большой глубине в твердой горной породе, использование одной скважины для большого количества ветвей многоствольной взрывной скважины будет иметь экономические преимущества.

5 [0118] В целом все многоствольные взрывные скважины в структуре бурятся последовательно, и каждая из них оставляется открытой. Взрывчатые вещества вводятся после бурения структуры, чтобы избежать каких-либо нормативно-правовых проблем или проблем с безопасностью, связанных с бурением вблизи взрывчатых веществ.

10 [0119] Фиг.2А иллюстрирует подвижный скважинный отклонитель внутри зафиксированной обсадной трубы с множеством заранее вырезанных окон под многоствольную скважину в качестве выходов. В другом варианте осуществления стальная обсадная труба устанавливается в скважине, при этом указанная обсадная труба имеет несколько позиционирующих устройств и выходных отверстий для обеспечения возможности установки механических скважинных отклонителей и бурения нескольких боковых стволов на различных глубинах и положениях вдоль 15 указанной обсадной трубы. Труба может иметь, например, внутренние механические профили или метки радиочастотной идентификации (RFID) для точного определения положения и ориентации выходных местоположений бурения и их направления. Механические профили могли бы иметь следующие особенности: ориентирующий профиль для ориентации скважинного отклонителя по правильному 20 азимуту, уникальный профиль, так, чтобы механический ключ в скважинном отклонителе устанавливался бы только в одной позиции, и блокирующий профиль, достаточно сильный, чтобы выдерживать усилия при бурении. Также мог бы присутствовать высвобождающий механизм в скважинном отклонителе для его 25 удаления. В некоторых вариантах осуществления может быть развернута композитная труба, которая может быть зацементирована на месте для предотвращения смятия скважины, допуская при этом быстрое бурение боковых ответвлений.

30 [0120] Ссылочное обозначение (201) относится к родительской главной скважине, пробуренной с поверхности.

[0121] Ссылочное обозначение (202) относится к обсадной трубе, вставленной с поверхности и обычно выполненной из стали, достаточно длинной, чтобы разместить все выходные точки многоствольной скважины. В этом случае обсадная труба не перемещается. Обсадная труба может проходить с поверхности 35 до дна или же устанавливаться в нужном положении с помощью «подвески хвостовика», обычно используемой в бурении на нефть и газ.

[0122] Ссылочное обозначение (203) относится ко множеству выходных окон, заранее вырезанных до установки в скважине. Они могут быть ориентированы в массиве ориентаций относительно скважины.

5 [0123] Ссылочное обозначение (204) означает ориентирующую направляющую, представляющую собой компонент внутри обсадной трубы, как правило, внутренний профиль, служащий для ориентации узла скважинного отклонителя посредством ключа (209).

10 [0124] Ссылочное обозначение (205) относится к блокирующему профилю, который образует блокирующее положение вместе с ключом (209) для конкретного ответвления, подлежащего бурению. Этот профиль позволяет пройти всем ключам за исключением соответствующего ключа, при этом соответствующий ключ предотвращает любое движение вниз, в том числе под действием очень больших усилий при бурении.

15 [0125] Ссылочное обозначение (206) относится к буровому снаряду, включающему инструменты направленного бурения и буровую коронку, который проходит через окно (203) при отклонении скважинным отклонителем (207).

20 [0126] Узел из дефлектора (207) скважинного отклонителя, скважинного отклонителя (208) и ключа (209) проходит внутри обсадной трубы (202) и устанавливается в блокирующем профиле (205) в надлежащей позиции для обеспечения бурения через надлежащее окно (203).

[0127] Ссылочное обозначение (207) относится к дефлектору скважинного отклонителя, стальному дефлектору, обычно используемому в бурении на нефть и газ. Скважинный отклонитель может быть перемещен на инструменте, который может высвободиться после занятия нужного места.

25 [0128] Ссылочное обозначение (208) относится к ориентирующему устройству скважинного отклонителя, которое позволяет скважинному отклонителю сориентироваться и совпасть с целевым окном. Ориентация устанавливается до прохода.

30 [0129] Ссылочное обозначение (209) относится к ключевому профилю, который блокируется в блокирующем механизме (205) и предотвращает поворот и движение вниз после установки. Ключевой профиль (209) может быть удален путем вытягивания с заданным усилием для удаления после бурения.

35 [0130] Вышеописанная система, проиллюстрированная на фиг.2А, подходит в случае, когда механика горных пород или качество скважины мешают перемещению обсадной трубы из-за обломков породы или смятия скважины в ходе бурения и взрывных работ.

[0131] На фиг.3А и 3В проиллюстрирован боковой вид инструмента для загрузки взрывчатых веществ в многоствольную взрывную скважину. После завершения бурения структуры взрывных скважин, описанный далее инструмент используется для загрузки многоствольных скважин. Ключевыми целями являются

5 выборочное размещение длинного пакета или трубы с взрывчатыми веществами, содержащего детонатор и усилитель детонатора, в нужной взрывной скважине, его высвобождение, и дальнейшее сползание пакета в нужное место с заполнением всего поперечного сечения взрывной скважины. Это полное заполнение скважины является важным для достижения максимальной эффективности взрывчатых

10 веществ. Воздушный или водный зазор уменьшил бы скорость детонации и сопряжение ударной волны.

[0132] Согласно фиг.3А и 3В, на поверхности компоуется загружающая труба (30) для загрузки требуемого объема взрывчатых веществ. Загружающая труба (30) представляет собой набор гладких внутри и выровненных труб, свинченных вместе (35) сходно с бурильной трубой или обсадной трубой. Они могут

15 быть сделаны из металла или, более вероятно, пластика или композитного материала. Они являются достаточно гибкими для того, чтобы легко проходить через резкие искривления ветвей многоствольной скважины.

[0133] Дно загружающей трубы (30) имеет нижнюю носовую часть (38), которая имеет форму, обеспечивающую легкое прохождение в скважинах, и снабжена высвобождающим механизмом, который может быть удаленно высвобожден или открыт, чтобы обеспечить высвобождение загрузочного пакета во взрывную скважину. Срабатывание может быть произведено удаленно посредством последовательности импульсов давления, традиционной используемой в бурении

20 нефтяных скважин, или радиочастотного сигнала, или устройства, накачиваемого с поверхности.

[0134] «Холостой проход» без взрывчатых веществ может быть выполнен до загрузки взрывчатых веществ, чтобы гарантировать, что взрывная скважина свободна от обломков пород, в зависимости от риска застревания со взрывчатыми

30 веществами.

[0135] В некоторых вариантах осуществления высвобождающий механизм может находиться наверху загрузочного пакета, а нижняя носовая часть может быть частью пакета или пассивной.

[0136] Внутри трубы размещается длинный загрузочный пакет (31), имеющий

35 диаметр больше, чем у трубы, который может быть сложен и закреплен, чтобы легко

скользить внутри загружающей трубы. Материалы выбираются так, чтобы между пакетом и трубой трение было небольшим, или же добавляется смазка.

[0137] В некоторых вариантах осуществления пакет может представлять собой расширяемую трубу или другое устройство, выполняющее такие же функции.

5 В некоторых вариантах осуществления пакета может не быть, а водоустойчивые эмульсионные взрывчатые вещества могут вводиться напрямую.

[0138] Вслед за подвешиванием полностью скомпонованного узла на поверхности внутри загрузочного пакета размещаются детонатор (36) и усилитель (37) детонатора (при необходимости), а затем водосодержащее взрывчатое  
10 вещество, такое как ANFO, эмульсия или другая жидкость, гель или гранулированное взрывчатое вещество загружаются посредством шланга или из бункера или накопителя.

[0139] Когда загрузочный пакет заполнен, он закрывается, и бурильная труба используется для доставки загружающей трубы с взрывчатыми веществами в  
15 скважину. В ветвь многоствольной скважины труба проходит легко, так как она меньше в диаметре и является более гибкой в сравнении с буровым снарядом, используемым для бурения скважины.

[0140] После того, как взрывчатые вещества окажутся на нужной глубине, нижняя носовая часть высвобождается, и загрузочный пакет выскальзывает в  
20 скважину, если выбрана смесь с плотностью больше, чем у воды, в альтернативном случае он может быть гидравлически закачан на нужное место.

[0141] Труба убирается и «забойный» материал (40) закачивается вниз по бурильной трубе.

[0142] Сверху взрывчатых веществ может быть установлена пробка (не  
25 показана), предотвращающая повторное вхождение бура в скважину, если скважинный отклонитель установлен неправильно. Это может помочь с одобрением со стороны контролирующих органов, но функционально не является необходимым.

[0143] Несколько зарядов или «пачек» взрывчатого вещества могут быть последовательно загружены в одну взрывную скважину.

30 [0144] Эта операция выполняется последовательно для загрузки всех скважин.

[0145] Для высвобождения и возвращения устройства в случае его застревания могут использоваться различные высвобождающие устройства и оборудование для ловильных работ, применяемые при бурении нефтяных скважин.

[0146] На фиг.4 проиллюстрирован боковой вид вычерпывающей системы, работающей посредством лебедки, с пунктом сбора непосредственно с кучи отбитой породы для извлечения горной породы и руды.

5 [0147] Ссылочные обозначения с 1 до 17 означают элементы, идентичные объясненным со ссылкой на фиг.1. Ссылочное обозначение (9) означает скважину или множество скважин, пробуренных с поверхности. Скважина будет следовать траектории для достижения нужного пункта выпуска в руде в нужной точке.

10 [0148] На этом чертеже показана единственная извлекающая скважина. В некоторых случаях бурятся пары скважин для обеспечения возможности развертывания пары вычерпывающих ковшей на противоположно намотанных лебедках, соединенных общим валом, используя тем самым вес одного опускаемого ковша для помощи в подъеме полного ковша из ствола. Общий вал будет иметь управление сцеплением для того, чтобы позволить нижнему ковшу ударять кучу отбитой породы.

15 [0149] Пункт выпуска может быть расширен от нормального кольцевого диаметра посредством неоднократного разбуривания скважины для создания вертикально ориентированной овальной скважины, входящей в выработку, в качестве пункта выпуска, создавая тем самым пространство для свободного течения отбитой породы. Оно также может быть создано посредством  
20 многоствольных взрывных скважин, пробуренных из скважины 9.

[0150] Ссылочное обозначение (507) относится к вычерпывающему устройству или ковшу, которое представляет собой цилиндр, соединенный с тросом, со следующими особенностями: твердосплавная прямая лопата на дне для  
25 раскапывания кучи отбитой породы; цилиндр может иметь шарнирный механизм для обеспечения возможности развертывания в условиях относительно большой искривленности под углом набора кривизны в скважине. Ссылочное обозначение (508) относится к люку для закрытия и удерживания горной породы в ходе вытаскивания из скважины, высвобождающий механизм для безопасной разгрузки на поверхности.

30 [0151] Ссылочное обозначение (509) относится к ударному узлу для использования движения лебедки вверх и вниз, чтобы забить ковш в кучу отбитой породы и наполнить ковш.

[0152] Ковш (507) и ударный узел (509) быстро доставляются с использованием проволочного каната (510) с лебедки на поверхности.

35 [0153] Второй тип (12) ствола может быть пробурен, чтобы опустить высокоскоростной молот (13), доставляемый посредством проволочного каната, для

разбивания слишком крупной горной породы в пункте выпуска. Посредством этого ствола могут быть вставлены взрывчатые вещества, такие как заряды направленного действия, которыми можно манипулировать с помощью роботизированных манипуляторов, и которые можно использовать для подрыва  
5 слишком крупной горной породы и разблокирования потока отбитой породы.

[0154] В большинстве случаев будет буриться ствол 17 для пересечения выработки в самой нижней ее точке с целью извлечения воды с помощью погружного насоса. В некоторых случаях растворимая руда может быть извлечена с помощью воды, циркулирующей через кучу отбитой породы для увеличения  
10 скорости, с которой извлекается руда. В некоторых из этих случаев будет извлекаться не вся куча отбитой породы, и это извлечение с помощью воды может оказаться экономичным способом сбора растворимого материала, который был добыт, но который нельзя извлечь.

[0155] На фиг.4А проиллюстрирован боковой вид и детали извлекающего  
15 оборудования, которое использует ковш на канате внутри обсадной трубы, используемый для приложения силы. Вместо простого канатного устройства описанное далее устройство заменяет ковш (507), ударный узел (509), (510).

[0156] Доставляемое кабелем устройство может проходить внутри трубы или обсадной трубы (512) от поверхности, в этой скважине будет проходить труба или  
20 «обсадная труба». Обычно труба (512) будет представлять собой составную трубу, проводимую с использованием бурильной установки или сходного подъемного механизма. Обсадная труба (512) имеет настолько большой диаметр, насколько это возможно без застревания или чрезмерного трения. Внутри этой трубы будет проходить ковшовый узел (514) на канате (513) для обеспечения возможности  
25 быстрого извлечения кучи отбитой породы на поверхность.

[0157] Ковшовый узел представляет собой цилиндрическое устройство с люком (519), позволяющим захватить кучу отбитой породы. Люк (519) будет открываться при заталкивании в кучу отбитой породы и закрываться при поднятии с  
материалом, находящимся за ним.

[0158] Система будет входить в кучу отбитой породы в пункте выпуска, который может быть создан так, как объяснялось со ссылкой на фиг.4.  
30

[0159] Ковш будет крепиться (516) к обсадной трубе так, чтобы обсадную трубу можно было использовать для вдвигания в кучу отбитой породы для  
35 заполнения ковша материалом. Будет присутствовать отвержденный заборник либо на обсадной трубе, как показано ссылочным обозначением (517), либо на ковше для задвигания во фрагментированную горную породу. Крепление может быть

высвобождено, что позволит вытянуть ковш на поверхность на канате (513), опустошить его и провести обратно на место.

5 [0160] В последовательности операций сначала обсадная труба будет поднята над кучей отбитой породы. После этого ковш будет проведен вниз на место и прикреплен. Далее обсадная труба будет опущена в положение заполнения ковша материалом. После этого обсадная труба поднимается и крепление высвобождается (в данном случае за счет вытягивания каната), и ковш вытягивается на поверхность и опустошается. Процесс непрерывно повторяется для извлечения руды с максимальной скоростью.

10 [0161] Обсадная труба удерживается в буровой или подъемной системе какого-либо типа, позволяющей перемещать ее вверх и вниз описанным образом. Также может быть выгодно иметь возможность поворачивать обсадную трубу. Может быть также выгодно циркулировать воду или воздух через эту обсадную трубу.

15 [0162] Фиг.5 иллюстрирует боковой вид извлекающего оборудования, использующего гидравлический насос. В варианте осуществления, где взрывы могут фрагментировать горную породу в достаточной степени для извлечения небольших частиц горной породы без значительного дробления или бурения, рудный материал можно извлекать через единственную скважину с применением гидравлического  
20 насоса с трубкой Вентури или струйного насоса, как показано на фигуре. Этот способ может быть ограничен из-за глубины и гидравлического оборудования сравнительно небольшими глубинами.

[0163] Извлекающая скважина или скважины (51) могут быть пробурены от поверхности до нижней точки в рудном теле, подлежащем извлечению. До  
25 проведения первого взрыва скважина расширяется настолько, насколько это практически возможно для создания пустого пространства, чтобы взрывные работы были эффективны.

[0164] Фрагментированная горная порода и руда (50), также известные в горной добыче как «куча отбитой породы», подорванная посредством способов  
30 взрыва в многоствольных скважинах, оседает в пещере, созданной процессами взрывов.

[0165] В скважину (56) опускается последовательность труб. Снизу находится буровая коронка или дробильное устройство, которые могут использовать поворот или вертикальное движение для дробления фрагментированной горной породы для  
35 ее извлечения. В этом варианте осуществления комбинация характеристик горной породы и эффективности взрывных работ означает, что это является эффективным

процессом. Буровая коронка будет со временем изнашиваться, и может быть заменена посредством вытягивания всего узла из скважины.

[0166] Струи воды под высоким давлением из трубы (53) могут способствовать процессу, как это обычно происходит при бурении нефтяных скважин. Раздробленный материал проходит через небольшие проходы (54) в заборное отверстие струйного насоса (55) с трубкой Вентури.

[0167] Внутри трубы (56) находится внутренняя труба (59), которая используется в качестве канала, по которому горная порода и вода вытекают на поверхность.

10 [0168] Движущая сила обеспечивается водой под высоким давлением, закачиваемой вниз по кольцевому пространству между внутренней и внешней трубой.

[0169] Струйный насос (55) используется для преобразования энергии воды под высоким давлением снаружи от внутренней трубы в давление, доводящее смесь горной породы и воды до поверхности. Струйный насос может перемещаться на внутренней трубе и удаляться и заменяться посредством вытягивания внутренней трубы.

[0170] Рабочая среда закачивается под давлением и со скоростью, которые необходимы для подъема на поверхность текучей среды и шлама.

20 [0171] Вниз по отдельному трубопроводу может вводиться сжатый воздух в точку (57) во внутренней колонне труб, чтобы обеспечить подъем воздухом, т. е. путем уменьшения гидростатического давления для обеспечения возможности работы насоса с трубкой Вентури с большими скоростями и на больших глубинах.

[0172] По мере извлечения воды и горной породы «куча отбитой породы» будет падать в скважину 51 и будет непрерывно дробиться и извлекаться.

[0173] В области взрывных работ традиционно вплоть до 20% материала может быть в виде мелкодробленых частиц, которые можно извлекать без дробления. В некоторых случаях высококачественную руду можно предпочтительно найти в мелких частицах, и ее можно с выгодой извлечь без необходимости в дроблении потоком грунтовой воды или введенной водой и насосом. В этом случае могут использоваться различные конфигурации насосов.

30 [0174] Уровнем текучей среды в выработке можно управлять для увеличения давления внизу скважины с целью содействия подъему материала из скважины или его можно опустить для того, чтобы увеличить гравитационный дренаж воды и мелкодробленых материалов.

[0175] На фиг.6 проиллюстрирован боковой вид способа извлечения, в котором используются подъемное устройство и несколько стволов. Основная фигура иллюстрирует боковой вид трех извлекающих стволов, слева направо: осушающая скважина (709), извлекающая скважина (707) и оборудование 5 дробильной/подающей скважины (701) в дробильной/подающей скважине (703) и (704). Описанные ниже инструменты могут иметь преимущество в сравнении с предыдущими вариантами осуществления в том, что можно извлекать более крупный материал до размеров диаметра подъемника и диаметра подающей 10 скважины и обрабатывать его на поверхности вместо того, чтобы дробить его в скважине как в предыдущем способе. Все инструменты устанавливаются с поверхности с помощью направленного бурения. В настоящем примере осуществления способа бурятся четыре отдельных ствола:

1. Извлекающий ствол (707) с диаметром, достаточным для подъема ковшей с фрагментированной горной породой на поверхность. В большинстве случаев это 15 будет наибольший диаметр среди всех пробуренных стволов.

2. Дробильный и подающий ствол (701), служащий в качестве исходного пустого пространства для взрывных работ и обеспечения канала в извлекающий ствол. Он будет пересекать извлекающий ствол, чтобы позволить падение в ковш 20 фрагментированной руды.

3. Осушающий ствол (709), который бурится для размещения водяного насоса и труб для извлечения воды из извлекающего ствола, чтобы обеспечить возможность подъема руды лебедкой в наполненном воздухом стволе. По меньшей мере один будет пересекать извлекающий ствол для удаления воды.

4. Ствол (стволы) многоствольной взрывной скважины для бурения взрывных 25 скважин. Он скорее всего будет буриться с пересечением главного дробильного и подающего ствола, чтобы позволить точное относительное позиционирование.

[0176] Осушающий ствол бурится в извлекающий ствол для отвода воды. Устанавливается водяной насос, такой как электрический погружной насос, перемещаемый на конце труб. Вода будет содержать значительное количество 30 твердых частиц, так что выбираются насосы с высокой устойчивостью к твердым частицам.

[0177] Подъемный ковш (705) обычно будет иметь ролики для уменьшения трения и износа о стенку скважины. Скважина может представлять собой открытую скважину без обсадной трубы или со стальной или иной обсадной трубой при 35 необходимости. Экономически выгодным будет минимизировать необходимость в обсадных трубах. Подъемный ковш (705) будет иметь «пасть» для захвата

настолько большого количества падающей горной породы, насколько возможно. Подъемный ковш (705) загружается материалом, падающим из дробильной/подающей скважины. Ниже подъемника находится второй подъемный ковш, который может быть задействован посредством механизма на канате или  
5 бурильной трубе и поднят лебедкой на проволочном тросе (706) после заполнения.

[0178] Подающая и дробильная скважина (701) имеет функцию, состоящую в обеспечении возможности для бурильного/дробильного/проталкивающего устройства (703) дробить горную породу для ее прохождения через ограниченный диаметр (704) и последующего прохождения через секцию трубы в извлекающий  
10 ствол и подъемник. Подающая и дробильная скважина (701) бурится с поверхности и пересекает извлекающий ствол ниже рудного тела и кучи (702) отбитой породы.

[0179] Узел (704) вставляется с остановкой непосредственно перед точкой пересечения скважин. Он закрепляется посредством ствольного пакера (стандартное нефтепромысловое оборудование). В верхнюю часть помещается  
15 заменяемая труба из упрочненного материала, используемая для дробления о нее горной породы и также для контроля диаметра проходящей горной породы. Напротив этого устройства действует измельчающий/дробящий узел. Его диаметр меньше, чем все ограничители за ним для предотвращения блокады. С поверхности вставляется бурильная труба для выполнения следующих операций: бурения через  
20 «кучу отбитой породы с фрагментированной горной породой», дробления горной породы и продавливания ее через контрольный диаметр; в случае блокады может быть вставлена штанга малого диаметра для вычищения всего материала.

[0180] Когда подъемный ковш (705) заполнен материалом, бурильная труба закрывает зазор между буром (703) и рудным телом (702) для предотвращения  
25 потока фрагментированной горной породы и обеспечения возможности для подъемника доходить до поверхности без падения в скважину большого количества обломков породы.

[0181] Альтернативой устройствам, обозначенным как (703) и (704), является поворотный узел винтового типа, продавливающий материал в извлекающий ствол  
30 при повороте в одном направлении. Если он будет неподвижным, то это предотвратит падение материала в извлекающий ствол, когда ковш периодически перемещается на поверхность.

[0182] На фиг.7, 7А и 7В проиллюстрирован боковой вид и детали извлекающего оборудования, где используется способ петли кабеля с двумя  
35 скважинами. На фиг.7 показан боковой вид пары извлекающих скважин, пробуренных до точки, где должна быть извлечена руда. Обе скважины бурятся с

диаметром, позволяющим извлекать руду. Они могут быть пробурены в качестве начальных скважин и позже расширены до большего размера. Первый ствол (801) бурится до требуемой точки, и его положение подтверждается с помощью точной разведки. Второй ствол (802) бурится с пересечением первой скважины на  
5 выбранном расстоянии ниже требуемой точки извлечения. Скважина бурится с пересечением с помощью точной разведки или способа магнитолокации с использованием магнитного или электромагнитного устройства в первом стволе (801).

[0183] После того, как две служебные скважины были пробурены и успешно  
10 пересеклись, в скважину (801) вставляется проволочный трос (803), а в скважину (802) вставляется трос (804). Второй проволочный трос захватывается первым с использованием механических или магнитных способов (805).

[0184] На фиг.7А проиллюстрирован способ абразивной резки, применяемый  
15 для образования сформированного пути между двумя скважинами. Пара канатных лебедок (806) используется для проведения туда-сюда на прочных тросах узла (808) абразивной резки для прорезания пути (809) между двумя скважинами. Для уменьшения трения и обеспечения возможности более эффективной резки и уменьшения износа троса могут быть использованы ролики или устройства (807) уменьшения трения.

20 [0185] На фиг.7В проиллюстрированы две скважинные системы, используемые в способе извлечения для процесса добычи. Ковши (810) для руды доставляются на прочных тросах через пару скважин. Может быть пробурен дополнительный ствол (811) для управления потоком руды и раздробления слишком крупной горной породы. Куча (812) отбитой породы перемещается в  
25 области, пересеченные парой скважин. Петля кабеля позволяет ковшам (810) захватывать горную породу (813) и доставлять ее на поверхность (814) за счет действия лебедочных систем (815).

[0186] Фиг.8 схематически иллюстрирует скважинное подземное  
30 выщелачивание в выработке, созданной посредством взрывов в многоствольной скважине. На фиг.8 процесс скважинного подземного выщелачивания показан в качестве продолжения того, что было объяснено со ссылкой на фиг.1. Оставшиеся многоствольные взрывные скважины (902) были детонированы с использованием беспроводных детонаторов. Возникшая в результате куча отбитой породы заполняет большую часть выработки (903). Эту кучу отбитой породы можно  
35 рассматривать в качестве кучи выщелачивания, созданной под землей. Текучая среда (904), такая как вода или слабая кислота, закачивается в скважину, затекая в

верхнюю часть выработки (905). В данном случае это скважина, использовавшаяся для бурения взрывных скважин, но это не всегда должно быть именно так.

[0187] В некоторых случаях могут быть использованы устройства управления потоком во входных точках для обеспечения равномерного распределения текучей среды. Текучая среда заполняет большую часть пустого пространства (910) и наполняет пустое пространство и скважины до уровня (911) текучей среды. Текучая среда протекает через фрагментированный материал.

[0188] В конце процесса уровень текучей среды может быть снижен с помощью более мощных насосов, так, чтобы кислоты или другие загрязняющие вещества не просочились вовне фрагментированной области выработки. Могут быть пробурены дополнительные скважины для мониторинга и обеспечения того, что выщелачивающие текучие среды не достигнут подземных вод.

[0189] Далее следует детальное описание ключевой последовательности шагов.

15 (1) Оценка и выбор проекта

[0190] В первую очередь дается оценка рудному телу, которое было определено посредством алмазного колонкового бурения или бурения с обратной циркуляцией; традиционно для данной промышленности тело оценивается с точки зрения того, подходит ли оно для данного способа. Все это может быть выполнено с поверхности и выполняется в настоящее время таким образом в большинстве случаев.

[0191] Наиболее выгодными экономическими условиями для способа скорее всего являются такие, когда высококачественная и ценная руда подлечит добыче в местоположении, где традиционные способы непрактичны из-за механики горных пород, температуры, ограничений окружающей среды или иных факторов.

[0192] Рудное тело должно иметь достаточный вертикальный рельеф, чтобы кучу отбитой породы можно было эффективно отвести в одну или несколько точек. Это будет возможно за исключением случаев относительно тонких и ровных слоев руды.

30 [0193] Следует исследовать механические характеристики горной породы, чтобы убедиться, что способ будет работать эффективно. Следует оценить механическую скорость бурения, исследовать стабильность скважин вместе с распределениями фрагментирования горной породы. Следует определить максимальный размер стабильной открытой выработки для планирования операций.

[0194] Следует аккуратно исследовать гидрологию, чтобы определить количество воды, которое скорее всего проникнет в выработку в ходе горных работ. В большинстве случаев в процессе будут использоваться водные буровые растворы, однако существуют варианты с пневматическим бурением в тех случаях, когда  
5 уровни свободной воды низки, а потери текучей среды велики.

[0195] До начала разрабатывается детальный геометрический и производственный план, принимающий во внимание эллипс неопределенности для каждой скважины и способы, которые можно использовать для позиционирования скважин, такие как магнитолокация и технология прецизионных гироскопов.  
10 Подобные технологии повсеместно используются в бурении на нефть и газ.

## 2. Подготовка

[0196] Подготовленные буровые точки в идеальном случае располагаются так, чтобы обеспечить вертикальность большей части длины буровой скважины, для быстрого бурения и точного позиционирования разведки.

15 [0197] Хвосты породы могут быть возвращены в выработку на каком-либо этапе добычи, тем не менее требуются определенные мощности для хранения шлама и хвостов породы.

## 3. Бурение извлекающей скважины и первый пункт выпуска

[0198] На основании предшествующей разведки бурится почти вертикальная  
20 скважина в нижнюю часть рудного тела. Скважина оптимизируется по размерам для быстрого извлечения материала, и в то же время с такими размерами, что возможно экономичное ее бурение доступными бурильными установками. Ожидаемый размер скважины составляет от 12 до 60 дюймов в диаметре.

[0199] В этом примере она будет пробурена вертикально до точки внизу  
25 подлежащего добыче объема. В этот момент может быть пробурена вторая скважина, расположенная рядом с первой.

## 4. Создание пустого пространства

[0200] В этот момент будет создаваться как можно больше пустого  
30 пространства на участке скважины, пересекающем рудное тело, и это будет начинаться с разбуривающих инструментов. Если горная порода мягкая, может использоваться струйная обработка или абразивная резка. Пустое пространство необходимо, чтобы проводить от него взрывы для создания «помещения» для кучи отбитой породы. В некоторых случаях может быть создано множество боковых стволов вблизи первой скважины, а затем может быть размещен взрывной заряд  
35 для расширения размера скважины.

[0201] Как правило, в подземных взрывных работах требуется доля ( $V_r$ ) пустого пространства в диапазоне от 30% до 50% от размера взрыва для того, чтобы обеспечить возможность движения фрагментов горной породы. Если создано исходное пустое пространство ( $V_0$ ) в  $10 \text{ м}^3$  ( $10 \text{ м} \times 1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$ ), то следующий взрыв может фрагментировать  $30 \text{ м}^3$  материала в первой структуре взрыва. Количество материала, которое может быть подорвано, растет геометрически с каждым взрывом, так что объем, взрываемый на  $n$ -ом взрыве составляет  $V_b = V_0(V_r)^n$ . Очевидно, максимизация исходного пустого пространства ( $V_0$ ) и доли ( $V_r$ ) пустого пространства важны для эффективных операций добычи.

10 [0202] В этот момент могут быть пробурены одна или более вертикальных скважин, чтобы обеспечить возможность последующего разрушения горной породы. Они нацеливаются так, чтобы пересечь извлекающие скважины в точке, которая станет пунктом выпуска. Их направляют так чтобы они пересеклись, с использованием гироскопических способов разведки и инструментов магнитолокации такого типа, какой используется в бурении нефтяных скважин. Для 15 данной функции идеальна вертикальная скважина.

[0203] В этот момент может быть пробурена более мелкая скважина для того, чтобы обеспечить возможность откачивания воды. Это можно сделать с использованием штангового насоса, прогрессирующей полости или погружного 20 насоса, введенного в скважину. Для этой функции идеальна вертикальная скважина.

5. Бурение скважины для обеспечения пересечения многоствольных скважин с извлекающей скважиной

[0204] Далее бурится скважина, обеспечивающая возможность проведения бурения многоствольных скважин и взрывных работ. В данном случае она бурится 25 вертикально к верхней части рудного тела, затем изгибается, чтобы следовать поверх верхней части рудного тела, и наконец опускается почти вертикально для пересечения с извлекающей скважиной. Это опять же производится с использованием инструментов разведки и локации. Это позволяет обеспечить привязку разведки, так, чтобы местоположение скважин друг относительно друга 30 было точно известно.

[0205] Эта скважина обычно будет иметь диаметр 30 см для оптимизации стоимости бурения и вариантов размещения взрывчатых веществ. Эта первая скважина, пробуренная с поверхности, может называться первичной или материнской скважиной.

35 [0206] В любой момент в ходе процесса бурения любой скважины вместо традиционного бурения может быть использован способ с использованием

колонкового бура или способ с непрерывной выдачей керна для предоставления геологической информации о руде и горных породах.

[0207] Далее скважина тампонируется на глубине, где будут создаваться узлы многоствольной скважины для бурения последовательности взрывных скважин.

#### 6. Бурение многоствольных взрывных скважин

[0208] В этот момент в скважину вводится колонна стальных обсадных труб, снабженная скважинным отклонителем, окном и якорным механизмом на конце. Обсадная труба выполняется так, чтобы иметь минимальную податливость при растяжении и кручении. Эта обсадная труба позиционируется с использованием инструмента разведки для ее ориентации, а затем фиксируется. Обсадная труба имеет размер для минимизации риска застревания в скважине, обычно с диаметром 25 см. Часть скважинного отклонителя может быть выполнена из немагнитного материала.

[0209] Поскольку система будет много раз повторно использоваться для сотен или тысяч многоствольных взрывных скважин, могут использоваться заменяемые изнашиваемые компоненты, чтобы избежать изнашивания обсадной трубы и бурильной трубы.

[0210] Используя инструменты направленного бурения, обычно применяемые в бурении на нефть и газ, далее бурится боковой ствол от скважинного отклонителя и приводится к концу извлекающих скважин. Он будет позиционироваться в требуемой структуре для обеспечения возможности взрыва в пустое пространство, созданное извлекающей скважиной. Взрывная скважина будет находиться на расстоянии порядка 2 – 5 м от извлекающей скважины.

[0211] В ходе бурения может анализироваться шлам из взрывных скважин для определения качества руды.

[0212] Данный способ бурения может включать, но не ограничиваться, следующие технологии бурения: инструменты измерения в ходе бурения, кривой переводник и двигатель для бурения, управляемая роторная буровая система, колтубинговое бурение.

[0213] Может проводиться разведка с использованием гироскопа для точного определения местоположения скважины. Как правило, скважина будет буриться вертикально, поскольку ошибка разведки тогда минимальна, и система управления с обратной связью может бурить точные и эффективные вертикальные скважины.

[0214] После бурения обсадная труба будет точно помечена и ее положение зарегистрировано, а затем будет перемещена и повернута для бурения второй

ветви или ствола многоствольной скважины. Они будут размещаться в нужной структуре для обеспечения возможности проведения взрыва в пустое пространство, созданное извлекающими скважинами.

[0215] Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока не будет пробурена первая структура взрывных скважин. Как правило, каждый взрыв требует 30% объема подлежащей подрыву горной породы в качестве пустого пространства. Таким образом, первый набор взрывных скважин скорее всего будет в меньшем количестве; например, 6 взрывных скважин, окружающих 2 извлекающие скважины.

[0216] Как правило, в подземных взрывных работах требуется доля ( $V_r$ ) пустого пространства в диапазоне от 30% до 50% от размера взрыва для того, чтобы обеспечить возможность движения фрагментов горной породы. Если создано исходное пустое пространство ( $V_0$ ) в  $10 \text{ м}^3$  ( $10 \text{ м} \times 1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$ ), то следующий взрыв может фрагментировать  $30 \text{ м}^3$  материала в первой структуре взрыва. Количество материала, которое может быть подорвано, растет геометрически с каждым взрывом, так что объем, взрываемый на  $n$ -ом взрыве составляет  $V_b = V_0(V_r)^{n-1}$ . Очевидно, максимизация исходного пустого пространства ( $V_0$ ) и доли ( $V_r$ ) пустого пространства важны для эффективных операций добычи.

[0217] Следует отметить, что эффективность бурения боковых стволов, бурения и загрузки указанных взрывных скважин является критичной для общей экономики способа добычи.

#### 7. Загрузка взрывчатых веществ во взрывные скважины

[0218] После того, как были пробурены все исходные взрывные скважины, загружаются взрывчатые вещества. Обсадная труба перемещается, чтобы разместить окно обратно у первой скважины, и в эту скважину помещаются взрывчатые вещества. Это повторяется до тех пор, пока все скважины не будут заполнены.

[0219] Обращаясь к фигуре 3, взрывчатые вещества, бустер и срабатываемый с использованием радиочастотных сигналов детонатор загружаются в пакет в форме трубы в трубе на поверхности для каждой взрывной скважины. Подобные радиочастотные устройства, работающие сквозь горную породу, доступны в горнодобывающей промышленности в настоящее время. Этот узел опускается в скважину на бурильной трубе. Он опускается на место, а затем пакет высвобождается и оседает на место, заполняя требуемый объем взрывной скважины. Для выполнения освобождения и обеспечения того, чтобы взрывчатые вещества были опущены на нужной глубине может пропускаться текучая среда. В некоторых случаях в каждую взрывную скважину может загружаться несколько

взрывных систем, если взрывные скважины длинные. Будут разработаны надлежащие процедуры для того, чтобы гарантировать безопасность операции. Используемые взрывчатые вещества скорее всего будут заранее упакованными трубами с взрывчатыми веществами или водоустойчивыми эмульсионными взрывчатыми веществами. В некоторых случаях заранее упакованные взрывчатые вещества могут иметь диаметр, достаточно небольшой для того, чтобы закачиваться в нужное место через бурильную трубу или колонну, а затем в местоположение вокруг них может закачиваться жидкое взрывчатое вещество для заполнения поперечного сечения скважины.

10 [0220] Забоечный материал, такой как гравий или буровой шлам, может прокачиваться вниз или размещаться в пробке сверху взрывчатых веществ.

[0221] В данном случае пробка может устанавливаться сверху взрывчатых веществ, предотвращая повторный вход бура в скважину, если скважинный отклонитель установлен неправильно. Это может помочь с одобрением со стороны контролирующих органов, но функционально не является необходимым.

15 [0222] До подрыва взрывчатых веществ обсадная труба и скважинный отклонитель могут быть удалены для предотвращения повреждений, и может быть установлена пробка для предотвращения выбивания текучей среды взрывом из скважины (скважин). Как правило, до подрыва вся вода будет выкачана из пустого пространства с использованием насоса для максимизации эффективности взрывчатых веществ.

[0223] После загрузки первой структуры взрывчатых веществ она подрывается с помощью последовательности радиосигналов с поверхности или передатчика в одной из скважин. Взрывчатые вещества подрываются с задержками и в последовательности, известной специалистам в области технологий взрыва.

8. Извлечение подорванной горной породы или «кучи отбитой породы» с использованием подъемных устройств

30 [0224] После подрыва взрывчатых веществ материал удаляется через извлекающую скважину или скважины. Существует несколько способов извлечения, и какой именно из них использовать зависит от глубины, типов горной породы и фрагментации горной породы.

[0225] Ключевым требованием является необходимость обеспечения наличия свободной поверхности и пустого пространства в точке извлечения, так, чтобы куча отбитой породы не находилась под эффективным давлением, и ее можно было захватить или достать без необходимости излишних усилий. Это требует создать геометрию точки извлечения или «пункта выпуска» с

использованием способов бурения и взрыва, созданных здесь. Создание пунктов выпуска является стандартным в подземной добыче, однако в данном случае их нужно создавать посредством бурения с поверхности.

5 [0226] Для механического извлечения в одном из вариантов осуществления это реализуется с помощью «ковшей», которые на скорости вводятся во фрагментированную горную породу или кучу отбитой породы, созданную посредством взрывчатых веществ. Ковши двигаются на проволочном канате и могут иметь «ударные ясы» или скользящие веса, которые могут быть использованы для ударного воздействия на ковш.

10 [0227] В другом варианте осуществления ковш проходит внутри обсадной трубы, в которой он может закрепляться на ее нижнем конце. После закрепления обсадная труба может перемещаться с поверхности и прикладывать усилие для задвигания ковша в кучу отбитой породы, таким образом наполняя его, даже если куча отбитой породы является твердой, спрессованной или содержит слишком  
15 крупные фрагменты. Этот ковш представляет собой цилиндр с открытым дном, снабженным откидным люком или захватным устройством, которые закрываются при подъеме ковша, заполненного горной породой. Нижний край будет отвержден и заострен для оптимизации захвата фрагментированной горной породы.

[0228] В другом способе ковш используется образом, сходным со скребковым  
20 экскаватором, где он протаскивается вверх по свободной поверхности кучи отбитой породы для его заполнения.

[0229] В другом способе материал извлекается посредством двух скважин с петлей из троса с непрерывной петлей из ковшей.

[0230] Если фрагменты горной породы слишком велики для захвата  
25 ковшовым молотом, вниз по одной из скважин могут быть опущены устройства. Для разрушения горной породы могут использоваться дополнительные взрывные заряды и/или буровые снаряды.

9. Извлечение подорванной горной породы с использованием гидравлического струйного насоса

30 [0231] Далее описывается конструкция извлекающей скважины, использующей гидравлический струйный насос для извлечения фрагментированной горной породы. Для извлечения подорванного и выбуренного материала из целевого рудного тела используется скважина. Это представляет собой способ, альтернативный описанному ранее способу с доставляемыми проволочным канатом  
35 ковшами. Он может быть более эффективным на более мелких глубинах менее 150

м, где горная порода легко разрушается на мелкие фрагменты посредством взрыва, и гидравлические средства позволяют выкачать ее на поверхность.

[0232] Извлекающий ствол бурится из точки на поверхности в нижнюю точку в рудном теле, признанную наиболее эффективной для привлечения руды. Этот ствол обычно будет иметь диаметр больше в сравнении с пробуренным из экономических соображений, например, наиболее экономично. Он может быть пробурен направленно, если условия на поверхности обуславливают иное.

[0233] Верхняя часть ствола будет иметь немного больший диаметр и может быть обсажена с использованием стальной обсадной трубы для предотвращения падения в скважину в ходе процесса ослабленной или выветренной горной породы. Если горная порода нестабильна, высокопроницаема, имеет пустоты типа карстовых или имеет трещины, то вся скважина вплоть до рудного тела может быть обсажена для предотвращения потери текучих сред или смятия скважины.

[0234] В месте, где скважина пересекает подлежащую извлечению руду, скважина должна быть увеличена до наибольшего на практике диаметра, чтобы создать пустое пространство, в которое будут направляться взрывы, для последующих взрывных операций. Могут использоваться разбурывающие инструменты, струи воды, другие способы бурения в зависимости от характеристик горной породы. Если пробурена скважина 0,5 м, то этот участок может быть увеличен в диаметре вдвое.

[0235] Для дальнейшего увеличения пустого пространства, если необходимо, может быть пробурена более мелкая ветвь многоствольной скважины из верхней части рудного тела, отходя с определенным отклонением от скважины. Скважина обычно будет иметь диаметр, равный 2-4 диаметрам от главной скважины. В эту многоствольную скважину вставляется взрывной заряд и детонируется. Эта многоствольная скважина может иметь меньший диаметр в сравнении с главной скважиной.

[0236] Далее бурится главная скважина в щебень или «кучу отбитой породы», созданную в результате предшествующего взрыва. Фрагменты горной породы посредством циркуляции доставляются на поверхность, и пустое пространство вокруг скважины увеличивается.

[0237] Эта скважина далее готова для извлечения с использованием способов, описанных в разделе «извлечение руды», которые выполняются после проведения каждой последовательности операций взрыва.

[0238] Этот способ может повторяться для извлечения из нескольких точек посредством множества скважин, или же скважина может быть «отведена вбок»,

или ее глубина может быть изменена к новому местоположению для извлечения дополнительной руды или руды из другого местоположения.

[0239] Процессы извлечения продолжаются до тех пор, пока извлекается достаточно материала для следующей структуры взрывов. Извлечение и бурение 5 новых взрывных скважин может выполняться одновременно.

[0240] Описанные здесь способы обеспечат извлечение руды и создание пустого пространства, известного в горной добыче как выработка.

#### 10. Особенности добывающей промышленности

[0241] Из скважины, используемой для взрывов, бурятся дополнительные 10 взрывные скважины. Они позиционируются, используя ту же служебную скважину и узел скважинного отклонителя/окна, если это возможно. Они бурятся для фрагментирования настолько большого количества руды, насколько возможно, одновременно минимизируя разубоживание. Контроль за качеством может производиться с использованием бурового шлама в ходе бурения. Для контроля за 15 качеством может использоваться каротажный прибор на кабеле или каротаж в ходе бурения с поверхности. Точная разведка обеспечивает соблюдение точного расстояния между скважинами. Может быть пробурено много взрывных скважин, при этом каждая последующая структура будет больше по мере того, как в выработке создается больше пустого пространства.

[0242] В целом, каждая последующая структура будет находиться выше в 20 рудном теле, создавая выработку, в которой отбитая порода всегда будет падать вниз в пункт выпуска, созданный извлекающей скважиной.

[0243] Взрывные работы проектируются с целью минимизировать слишком 25 крупные горные породы, которые способны блокировать извлекающую скважину. Будут использоваться высокоэффективные взрывчатые вещества с максимальным расходным коэффициентом. В традиционных операциях добычи взрывная нагрузка ограничена соображениями безопасности в отношении полета породы и вибраций. В данном случае такие соображения заметно менее ограничительны, и могут использоваться заметно большие расходные коэффициенты взрывчатого вещества 30 для получения максимальной фрагментации. Более мелкая фрагментация может улучшить извлечение полезных ископаемых и уменьшить последующие расходы на измельчение, и в целом рассматривается как выгодная в процессе добычи.

[0244] Спустя некоторое время скважину, использовавшуюся для бурения 35 многоствольной скважины, может потребоваться заткнуть обратно и перевести в новое местоположение. В некоторых случаях какая-либо из скважин может смяться, и ее нужно будет бурить повторно.

[0245] Предельный размер выработки с созданным пустым пространством может быть ограничен механикой горной породы. В этом случае могут быть оставлены нетронутыми колонны из горной породы для поддержания выработки. В других случаях может быть желательным блоковое обрушение, и может быть возможным обрушение покрывающей породы для дробления руды и извлечения указанной руды. В некоторых случаях способ может обеспечить вмешательство для операции блокового обрушения в ходе подземной добычи, которая не смогла обеспечить требуемую эффективность обрушения.

[0246] Процессы бурения и подрыва будут продолжаться с использованием одних и тех же скважин и выработки/пустого пространства в настолько большой степени, насколько это будет возможно, для экономической эффективности. В некоторых случаях выработка может быть заброшена и создана новая, так, чтобы хвосты породы можно было ввести в пустое пространство для уменьшения хвостовых отвалов на поверхности.

[0247] Поскольку одна и та же точка извлечения может быть использована для нескольких выработок, может применяться последовательность операций, включающая ввод хвостовой породы с цементом. В одном варианте осуществления сначала в скважину, используемую для извлечения, вводится мелкодробленый заполняющий материал. Затем некоторая доля заполнителя с добавленным цементом наливается в выработку через взрывную скважину. Это создает пробку, после которой нецементированный материал может заполнить оставшуюся часть выработки. Затем нецементированный материал вокруг извлекающей скважины удаляется посредством прокачки с помощью бурильной трубы, и новая выработка может быть начата от того же пункта выпуска, при этом цементированная фракция удерживает на месте материал хвостовых пород.

#### 11. Бурение и позиционирование многоствольных взрывных скважин

[0248] В данном разделе описывается один способ со ссылкой на другие способы, которые могут быть раскрыты на чертежах и заявлены в качестве альтернативных способов.

[0249] Точность позиционирования пробуриваемых скважин путем разведки наиболее высока, когда скважины точно вертикальны. Возможно бурить длинные отклоняющиеся скважины, но точность позиционирования уменьшается по мере ухода по горизонтали.

[0250] В одном из вариантов бурится вторая скважина, которая станет основной скважиной для последовательности многоствольных взрывных скважин, которые будут пробурилены в рудное тело. Это будет описано, но это может быть

множество скважин или повторное использование той же главной скважины в качестве извлекающей скважины, если разрешено правилами.

[0251] Многоствольная взрывная скважина бурится с поверхности, а затем бурится направленным бурением на некоторое расстояние от рудного тела, подлежащего подрыву, так что взрывы не влияют на главную скважину, и изогнутый участок скважины может быть пробурен так, что взрывные скважины проходят рудное тело параллельно.

[0252] От указанной скважины могут быть пробурены несколько ветвей, однако здесь мы рассматриваем одну ветвь. Могут быть пробурены дополнительные ветви, а затем каждая из них может быть закрыта посредством пробки и цементирования или традиционного скважинного отклонителя для необсаженной скважины. Таким образом стоимость бурения с поверхности расходуется один раз при создании большой выработки.

[0253] В одном варианте осуществления для бурения каждой взрывной скважины используется подвижный и неоднократно используемый узел многоствольного скважинного отклонителя. Это раскрыто в больших деталях на чертеже, относящемся к неоднократно используемому многоствольному устройству скважинного отклонителя с подвижной обсадной трубой и бурильному инструменту.

[0254] Глоссарий. Ниже идет список технических терминов из области технологий нефтедобычи и горной добычи.

[0255] Нефтедобывающие термины используют термин буровая скважина и скважина как взаимозаменяемые синонимы.

[0256] Взрывная скважина — пробуренная скважина в шахте, в конце заполняемая взрывчатыми веществами для того, чтобы подорвать некоторое количество горной породы.

[0257] Геофизическая разведка — научный способ изысканий, в котором измеряются физические характеристики формаций горной породы. Стандартные исследуемые характеристики включают магнетизм, удельную плотность, электрическую проводимость и радиоактивность.

[0258] Выработка — любая раскопка в шахте кроме подготовительных работ, выполненная для целей извлечения руды. Внешние границы рудного тела определяют внешние границы выработки.

[0259] Отбитая порода — руда или горная порода, разрушенные в результате взрыва.

[0260] Куча отбитой породы — отбитая порода в куче после взрыва.

[0261] Руда — смесь полезных рудных ископаемых и пустой породы, из которой может быть с выгодой извлечен по меньшей мере один из металлов.

[0262] Хвостовая порода — материал отходов, оставшийся после того, как целевое полезное ископаемое было извлечено из руды. Она состоит из  
5 раздробленной горной породы, воды и остаточных материалов, использовавшихся при отделении руды.

[0263] Беспроводной детонатор — устройство для воспламенения взрывчатого материала, которое не требует каких-либо присоединенных проводов или запальных шнуров. Обычно радиочастотное устройство, такое как устройство  
10 «webgen» компании ORICA.

[0264] Буровая скважина и скважина могут быть использованы как взаимозаменяемые синонимы и означают отверстие, пробуренное с помощью ротационного бурового снаряда.

[0265] Ковш в данном случае используется для описания цилиндрической  
15 емкости, используемой для извлечения руды из подземной кучи отбитой породы на поверхность.

[0266] Многоствольная скважина в данном патенте определена как скважина, где несколько скважин отходят от основной скважины в некоторой точке под землей. Может существовать несколько вторичных ветвей от одной основной скважины, а  
20 затем дополнительные ветви последовательно бурятся от каждой из этих вторичных скважин.

[0267] Геонавигационный/геонавигация. Использование данных формации, сгенерированных посредством системы измерений в ходе бурения, для содействия в бурении буровой скважины в конкретную целевую точку в формации.

[0268] Буровая текучая среда, буровой раствор. Система буровой текучей  
25 среды — обычно известная как система бурового раствора — является единственным компонентом процесса конструирования скважины, который остается в контакте с буровой скважиной в ходе всей операции бурения.

[0269] Забойная телеметрия. Термин забойная телеметрия (MWD) относится  
30 к измерениям, выполняемым в скважине с помощью электромеханического устройства, расположенного в оборудовании низа бурильной колонны (BHA).

[0270] Направленное бурение. Направленное бурение определяется как практика управления направлением и отклонением буровой скважины к заранее заданной подземной цели или местоположению.

[0271] Скважинный отклонитель. Отвержденное стальное клиновое устройство, вдоль которого поворачивается фрезер при вырезании отверстия в боковой стороне обсадки для начала бокового ствола или боковой скважины.

[0272] Окно представляет собой выходную точку боковой скважины от материнской скважины, обычно отверстие, прорезанное в боковой стороне скважины для обеспечения возможности отхода вбок от скважины.

[0273] Разведка. Способ, используемый для получения измерений, необходимых для вычисления и построения трехмерной траектории скважины, называется направленной разведкой.

10 [0274] Каротаж в ходе бурения. Каротаж в ходе бурения (LWD) относится к добавлению измерений формации с качеством кабельного каротажа к курсовым данным от службы измерений в ходе бурения (забойной телеметрии, MWD).

[0275] Кабельный каротаж. Относится к любому аспекту каротажа, где используется электрический кабель для опускания инструментов в скважину и передачи данных. Кабельный каротаж отличается от забойной телеметрии (MWD) и каротажа по шламу.

[0276] В свете принципов и примерных вариантов осуществления, приведенных и описанных здесь, следует понимать, что примерные варианты осуществления могут быть модифицированы в конструкции и деталях без отхода от таких принципов. Предшествующее обсуждение было сфокусировано на конкретных вариантах осуществления, но также могут рассматриваться и другие конфигурации. В частности, хотя здесь и используются такие выражения, как «вариант осуществления» или аналогичные им, эти фразы в целом относятся к возможностям осуществления и не предназначены для ограничения раскрытия конкретными конфигурациями вариантов осуществления. В том смысле, как используется здесь, эти термины могут относиться к одинаковым или различным вариантам осуществления, которые могут быть скомбинированы в другие варианты осуществления. Как правило, любой упомянутый вариант осуществления можно свободно комбинировать с любым другим или другими вариантами осуществления, упомянутыми здесь, и любое количество признаков различных вариантов осуществления может комбинироваться друг с другом, если не указано иначе. Хотя выше было подробно описано только несколько примеров, специалистам в данной области должно быть очевидно, что возможно множество модификаций в пределах объема раскрытия описанных примеров. Соответственно, все такие модификации должны включаться в объем данного раскрытия как определено в последующих пунктах формулы изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ подземной добычи в теле горной породы, включающий следующие  
5 шаги:

бурят одну или более служебных скважин от по меньшей мере одного  
местоположения на поверхности в подземное тело горной породы;

бурят множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от по  
10 меньшей мере одной из одной или более служебных скважин, в подземное тело  
горной породы;

загружают во множество многоствольных взрывных скважин один или более  
взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более  
взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

15 осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов  
для фрагментации подземного рудного тела; и

извлекают фрагментированную горную породу на поверхность через одну  
или более служебных скважин.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после извлечения объема  
фрагментированной горной породы пропускают текучую среду через остающуюся  
20 под землей фрагментированную горную породу для извлечения растворимой или  
мелкодробленной составляющей остающейся горной породы.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере участок одной или  
более служебных скважин бурят так, чтобы обеспечить пересечение в подлежащей  
извлечению зоне в подземном теле горной породы или около указанной зоны, при  
25 этом точку пересечения по меньшей мере участка одной или более служебных  
скважин используют в качестве опорного местоположения для других операций  
бурения.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере одну служебную  
скважину бурят с использованием магнитолокации или электромагнитной локации  
30 относительно другой скважины.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что одну или более из множества  
многоствольных взрывных скважин направляют относительно измеренных  
геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием  
датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение  
35 одной или более из множества многоствольных взрывных скважин.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во множестве многоствольных взрывных скважин в подземном теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, относящейся к минералогическому составу.

5 7. Способ по п.1, отличающийся тем, что одну или более многоствольных взрывных скважин бурят с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

10 8. Способ по п.1, дополнительно включающий шаг, на котором вводят хвосты породы с поверхности в пустое пространство, образовавшееся после извлечения объема фрагментированной горной породы.

15 9. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают через одну или более служебных скважин с использованием доставляемого лебедкой устройства для изъятия фрагментированной горной породы из подземной кучи отбитой породы и перемещения фрагментированной горной породы на поверхность.

20 10. Способ по п.9, отличающийся тем, что доставляемое лебедкой устройство перемещают внутри обсадной трубы, расположенной в по меньшей мере одной из служебных скважин, при этом доставляемое лебедкой устройство крепится к обсадной трубе, а обсадную трубу вдвигают в кучу отбитой породы для содействия в наполнении доставляемого лебедкой устройства.

25 11. Способ по п.9, отличающийся тем, что бурят по меньшей мере две служебные скважины с пересечением в самой нижней точке кучи отбитой породы, при этом доставляемое лебедкой устройство содержит дно, снабженное однонаправленным механизмом, обеспечивающим сбор фрагментированной горной породы при входе в кучу отбитой породы.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что доставляемое лебедкой устройство собирает материал при помощи направленного вниз ударного действия или вибрации с использованием массы и троса.

30 13. Способ по п.1, отличающийся тем, что одна или более служебных скважин содержат первую извлекающую скважину, внутри которой размещен контейнер для извлечения фрагментированной горной породы, причем контейнер размещен на лебедке, при этом одна или более служебных скважин содержат по меньшей мере вторую извлекающую скважину, пробуренную с пересечением 35 первой извлекающей скважины из выработки, содержащей фрагментированную горную породу, причем фрагментированная горная порода поступает во вторую

извлекающую скважину под действием гравитации, при этом контейнер, размещенный во второй извлекающей скважине, поднимает фрагментированную горную породу на поверхность.

5 14. Способ по п.13, отличающийся тем, что перемещением фрагментированной горной породы управляют посредством бурильной трубы или штанги, вставленной во вторую извлекающую скважину, эксплуатируемую с поверхности, при этом бурильная труба или штанга, действующая во второй скважине, уменьшает размер фрагментов фрагментированной руды.

10 15. Способ по п.1, отличающийся тем, что механическое воздействие посредством бурильной трубы или доставляемого тросом устройства или ввод взрывных устройств в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин, пробуренных через подземное тело горной породы, разбивает фрагментированную горную породу на более мелкие фрагменты, чтобы обеспечить возможность извлечения более мелких фрагментов на поверхность через по  
15 меньшей мере одну из одной или более служебных скважин.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают с применением струйного насоса, доставляемого посредством концентрических или параллельных труб в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

20 17. Способ по п.1, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием устройства скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность последующего направленного бурения  
25 ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, и далее, после того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин от каждой из ветвей многоствольной  
30 взрывной скважины, трубу возвращают в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества многоствольных взрывных скважин.

19. Способ по п.1, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу,  
35 вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин, причем труба закреплена на месте и содержит множество заранее вырезанных окон

для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины, множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем одном из множества позиционирующих устройств в требуемом местоположении для бурения набора  
5 многоствольных взрывных скважин, и механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующего в последовательности наборов многоствольных взрывных скважин.

20. Способ по п.1, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных  
10 скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и  
15 детонаторами, внешнюю трубу и гибкий внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на трубе, обеспечивают срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, и высвобождают гибкий внутренний рукав внутри ветви многоствольной взрывной скважины, и убирают внешнюю трубу, оставляя взрывчатые вещества  
20 расширяться в гибком внутреннем рукаве для заполнения практически всего диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

21. Способ по п.1, отличающийся тем, что один или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

22. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают с использованием пары извлекающих скважин, пробуренных от  
25 поверхности с пересечением вблизи подземного тела горной породы, при этом в одной из пары извлекающих скважин пропускают трос вниз, а в другой из пары извлекающих скважин пропускают трос вверх, образуя петлю, при этом  
30 извлекающее оборудование, прикрепленное к тросу, используют для подъема фрагментированной горной породы на поверхность за счет движения троса.

23. Способ подземной добычи в горной породе, включающий следующие шаги:

бурят одну или более служебных скважин от местоположения на поверхности  
35 в подземное тело горной породы;

бурят множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от одной из одной или более служебных скважин;

загружают в одну или более из многоствольных взрывных скважин один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более  
5 взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы; и

извлекают фрагментированную горную породу через существующую шахту.

24. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных  
10 взрывных скважин направляют относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение одной или более многоствольных взрывных скважин.

25. Способ по п.23, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во  
15 множестве многоствольных взрывных скважин в теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, при этом по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

26. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных  
20 взрывных скважин бурят с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения последующей ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное  
25 местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом способ дополнительно включает шаг, на котором бурят набор многоствольных взрывных скважин от каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом после того, как пробурен  
30 набор многоствольных взрывных скважин от каждой ветви многоствольной взрывной скважины, указанную трубу возвращают в начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из набора многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви многоствольной взрывной скважины.

28. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных  
35 взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу,

вставленную в одну из одной или более служебных скважин, причем труба закреплена на месте в одной из одной или более служебных скважин и содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины, при этом труба содержит множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении для бурения набора многоствольных взрывных скважин, причем труба содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в наборе взрывных скважин.

29. Способ по п.23, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем гибкий внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами, внешнюю трубу и гибкий внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на служебной трубе, при этом способ дополнительно включает шаги, на которых обеспечивают высвобождение механизма, срабатывающего для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, гибкий внутренний рукав высвобождают внутри ветви многоствольной взрывной скважины и расширяют, убирают внешний рукав, оставляя взрывчатые вещества расширенными в высвобожденном гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

30. Способ по п.23, отличающийся тем, что по меньшей мере один из одного или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

31. Способ подземной добычи в горной породе, включающий следующие шаги:

бурят одну или более служебных скважин от местоположения на поверхности в подземное тело горной породы;

бурят множество подземных многоствольных взрывных скважин в тело горной породы, при этом множество подземных многоствольных взрывных скважин ответвляется от по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин;

загружают в подземные многоствольные взрывные скважины один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

5 осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы; и

пропускают текучую среду через фрагментированное подземное тело горной породы для извлечения растворимой или мелкодробленой составляющей фрагментированного подземного тела горной породы.

10 32. Способ по п.31, отличающийся тем, что по меньшей мере участок одной или более служебных скважин бурят так, чтобы обеспечить пересечение в подземном теле горной породы или около него, при этом точку пересечения используют в качестве опорного местоположения для других операций бурения.

15 33. Способ по п.31, отличающийся тем, что две из одной или более служебных скважин бурят с использованием магнитолокации или электромагнитной локации.

20 34. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество подземных многоствольных взрывных скважин направляют относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение множества многоствольных взрывных скважин.

25 35. Способ по п.31, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во множестве подземных многоствольных взрывных скважин в подземном теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, причем по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

36. Способ по п.31, отличающийся тем, что части множества подземных многоствольных взрывных скважин бурят с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

30 37. Способ по п.31, отличающийся тем, что фрагментированное подземное тело горной породы извлекают с использованием струйного насоса, доставляемого посредством вложенных или параллельных составных труб, расположенных в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

35 38. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество подземных многоствольных взрывных скважин бурят с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью

перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

39. Способ по п.38, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное  
5 местоположение и ориентацию внутри служебной скважины для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом после того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин, указанную трубу возвращают в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества  
10 многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви многоствольной взрывной скважины.

40. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу, вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин и  
15 закрепленную на месте в по меньшей мере одной служебной скважине, причем труба содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения одной или более из множества подземных многоствольных взрывных скважин, при этом труба содержит множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на  
20 соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении в по меньшей мере одной служебной скважине для бурения набора из множества подземных многоствольных взрывных скважин, причем труба содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в последовательности многоствольных взрывных  
25 скважин.

41. Способ по п.31, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества подземных многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем диаметр ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого  
30 внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем гибкий внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами, внешнюю трубу и внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на  
35 доставляющей трубе, обеспечивают срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, высвобождают и

расширяют гибкий внутренний рукав внутри ветви многоствольной взрывной скважины, убирают внешний рукав, оставляя взрывчатые вещества расширяющимися в гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

- 5            42. Способ по п.31, отличающийся тем, что один или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ подземной добычи в теле горной породы, включающий следующие шаги:

5 бурят одну или более служебных скважин от по меньшей мере одного местоположения на поверхности в подземное тело горной породы;

бурят множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин, в подземное тело горной породы, с использованием бурового снаряда, проходящего с поверхности;

10 загружают во множество многоствольных взрывных скважин один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного рудного тела; и

15 извлекают фрагментированную горную породу на поверхность через одну или более служебных скважин.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после извлечения объема фрагментированной горной породы пропускают текучую среду через остающуюся под землей фрагментированную горную породу для извлечения растворимой или  
20 мелкодробленой составляющей остающейся горной породы.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере участок одной или более служебных скважин бурят так, чтобы обеспечить пересечение в подлежащей извлечению зоне в подземном теле горной породы или около указанной зоны, при этом точку пересечения по меньшей мере участка одной или более служебных  
25 скважин используют в качестве опорного местоположения для других операций бурения.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере одну служебную скважину бурят с использованием магнитолокации или электромагнитной локации относительно другой скважины.

30 5. Способ по п.1, отличающийся тем, что одну или более из множества многоствольных взрывных скважин направляют относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение одной или более из множества многоствольных взрывных скважин.

35 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во множестве многоствольных взрывных скважин в подземном теле горной породы

посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, относящейся к минералогическому составу.

5 7. Способ по п.1, отличающийся тем, что одну или более многоствольных взрывных скважин бурят с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

8. Способ по п.1, дополнительно включающий шаг, на котором вводят хвосты породы с поверхности в пустое пространство, образовавшееся после извлечения объема фрагментированной горной породы.

10 9. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают через одну или более служебных скважин с использованием доставляемого лебедкой устройства для изъятия фрагментированной горной породы из подземной кучи отбитой породы и перемещения фрагментированной горной породы на поверхность.

15 10. Способ по п.9, отличающийся тем, что доставляемое лебедкой устройство перемещают внутри обсадной трубы, расположенной в по меньшей мере одной из служебных скважин, при этом доставляемое лебедкой устройство крепится к обсадной трубе, а обсадную трубу вдвигают в кучу отбитой породы для содействия в наполнении доставляемого лебедкой устройства.

20 11. Способ по п.9, отличающийся тем, что бурят по меньшей мере две служебные скважины с пересечением в самой нижней точке кучи отбитой породы, при этом доставляемое лебедкой устройство содержит дно, снабженное однонаправленным механизмом, обеспечивающим сбор фрагментированной горной породы при входе в кучу отбитой породы.

25 12. Способ по п.11, отличающийся тем, что доставляемое лебедкой устройство собирает материал при помощи направленного вниз ударного действия или вибрации с использованием массы и троса.

30 13. Способ по п.1, отличающийся тем, что одна или более служебных скважин содержат первую извлекающую скважину, внутри которой размещен контейнер для извлечения фрагментированной горной породы, причем контейнер размещен на лебедке, при этом одна или более служебных скважин содержат по меньшей мере вторую извлекающую скважину, пробуренную с пересечением первой извлекающей скважины из выработки, содержащей фрагментированную горную породу, причем фрагментированная горная порода поступает во вторую  
35 извлекающую скважину под действием гравитации, при этом контейнер,

размещенный во второй извлекающей скважине, поднимает фрагментированную горную породу на поверхность.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что перемещением фрагментированной горной породы управляют посредством бурильной трубы или штанги, вставленной во вторую извлекающую скважину, эксплуатируемую с поверхности, при этом бурильная труба или штанга, действующая во второй скважине, уменьшает размер фрагментов фрагментированной руды.

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что механическое воздействие посредством бурильной трубы или доставляемого тросом устройства или ввод взрывных устройств в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин, пробуренных через подземное тело горной породы, разбивает фрагментированную горную породу на более мелкие фрагменты, чтобы обеспечить возможность извлечения более мелких фрагментов на поверхность через по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают с применением струйного насоса, доставляемого посредством концентрических или параллельных труб в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

17. Способ по п.1, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием устройства скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность последующего направленного бурения ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, и далее, после того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин от каждой из ветвей многоствольной взрывной скважины, трубу возвращают в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества многоствольных взрывных скважин.

19. Способ по п.1, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу, вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин, причем труба закреплена на месте и содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины,

множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем одном из множества позиционирующих устройств в требуемом местоположении для бурения набора многоствольных взрывных скважин, и механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующего в последовательности наборов многоствольных взрывных скважин.

20. Способ по п.1, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами, внешнюю трубу и гибкий внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на трубе, обеспечивают срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, и высвобождают гибкий внутренний рукав внутри ветви многоствольной взрывной скважины, и убирают внешнюю трубу, оставляя взрывчатые вещества расширяться в гибком внутреннем рукаве для заполнения практически всего диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

21. Способ по п.1, отличающийся тем, что один или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

22. Способ по п.1, отличающийся тем, что фрагментированную горную породу извлекают с использованием пары извлекающих скважин, пробуренных от поверхности с пересечением вблизи подземного тела горной породы, при этом в одной из пары извлекающих скважин пропускают трос вниз, а в другой из пары извлекающих скважин пропускают трос вверх, образуя петлю, при этом извлекающее оборудование, прикрепленное к тросу, используют для подъема фрагментированной горной породы на поверхность за счет движения троса.

23. Способ подземной добычи в горной породе, включающий следующие шаги:

бурят одну или более служебных скважин от местоположения на поверхности в подземное тело горной породы;

бурят множество многоствольных взрывных скважин, ответвляющихся от одной из одной или более служебных скважин, с использованием бурового снаряда, проходящего с поверхности;

загружают в одну или более из многоствольных взрывных скважин один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы; и

извлекают фрагментированную горную породу через существующую шахту.

10 24. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин направляют относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков, размещенных на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение одной или более многоствольных взрывных скважин.

15 25. Способ по п.23, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во множестве многоствольных взрывных скважин в теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, при этом по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

20 26. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения последующей  
25 ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное местоположение и ориентацию для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом способ дополнительно включает шаг, на котором бурят набор многоствольных взрывных скважин от каждой из множества  
30 ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом после того, как пробурен набор многоствольных взрывных скважин от каждой ветви многоствольной взрывной скважины, указанную трубу возвращают в начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из набора многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви  
35 многоствольной взрывной скважины.

28. Способ по п.23, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу, вставленную в одну из одной или более служебных скважин, причем труба закреплена на месте в одной из одной или более служебных скважин и содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения многоствольной взрывной скважины, при этом труба содержит множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении для бурения набора многоствольных взрывных скважин, причем труба содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в наборе взрывных скважин.

29. Способ по п.23, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем у ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем гибкий внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами, внешнюю трубу и гибкий внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на служебной трубе, при этом способ дополнительно включает шаги, на которых обеспечивают высвобождение механизма, срабатывающего для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, гибкий внутренний рукав высвобождают внутри ветви многоствольной взрывной скважины и расширяют, убирают внешний рукав, оставляя взрывчатые вещества расширенными в высвобожденном гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

30. Способ по п.23, отличающийся тем, что по меньшей мере один из одного или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

31. Способ подземной добычи в горной породе, включающий следующие шаги:

бурят одну или более служебных скважин от местоположения на поверхности в подземное тело горной породы;

бурят множество подземных многоствольных взрывных скважин в тело горной породы, при этом множество подземных многоствольных взрывных скважин ответвляется от по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин;

загружают в подземные многоствольные взрывные скважины один или более  
5 взрывных зарядов и один или более детонаторов, при этом один или более взрывных зарядов и один или более детонаторов вводят с поверхности;

осуществляют беспроводную детонацию одного или более взрывных зарядов для фрагментации подземного тела горной породы; и

пропускают текучую среду через фрагментированное подземное тело горной  
10 породы для извлечения растворимой или мелкодробленой составляющей фрагментированного подземного тела горной породы.

32. Способ по п.31, отличающийся тем, что по меньшей мере участок одной или более служебных скважин бурят так, чтобы обеспечить пересечение в подземном теле горной породы или около него, при этом точку пересечения  
15 используют в качестве опорного местоположения для других операций бурения.

33. Способ по п.31, отличающийся тем, что две из одной или более служебных скважин бурят с использованием магнитолокации или электромагнитной локации.

34. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество подземных  
20 многоствольных взрывных скважин направляют относительно измеренных геофизических характеристик подземного тела горной породы с использованием датчиков на буровом снаряде, чтобы оптимизировать положение множества многоствольных взрывных скважин.

35. Способ по п.31, отличающийся тем, что осуществляют навигацию во  
25 множестве подземных многоствольных взрывных скважин в подземном теле горной породы посредством измерения по меньшей мере одной характеристики бурового шлама, собранного на поверхности, причем по меньшей мере одна характеристика относится к минералогическому составу.

36. Способ по п.31, отличающийся тем, что части множества подземных  
30 многоствольных взрывных скважин бурят с использованием датчика, который управляет направленным бурением таким образом, чтобы осуществлять бурение вертикально для сохранения точности разведки.

37. Способ по п.31, отличающийся тем, что фрагментированное подземное тело горной породы извлекают с использованием струйного насоса, доставляемого  
35 посредством вложенных или параллельных составных труб, расположенных в по меньшей мере одной из одной или более служебных скважин.

38. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество подземных многоствольных взрывных скважин бурят с использованием скважинного отклонителя, расположенного внутри трубы, выполненной с возможностью перемещения вдоль служебной скважины и поворота внутри служебной скважины, при этом отверстие в указанной трубе обеспечивает возможность направленного бурения ветви многоствольной взрывной скважины от служебной скважины.

39. Способ по п.38, отличающийся тем, что трубу перемещают в начальное местоположение и ориентацию внутри служебной скважины для бурения каждой из множества ветвей многоствольной взрывной скважины, при этом после того, как пробурена каждая из множества многоствольных взрывных скважин, указанную трубу возвращают в каждое начальное местоположение и ориентацию для обеспечения возможности загрузки взрывчатых веществ в каждую из множества многоствольных взрывных скважин, пробуренных от каждой ветви многоствольной взрывной скважины.

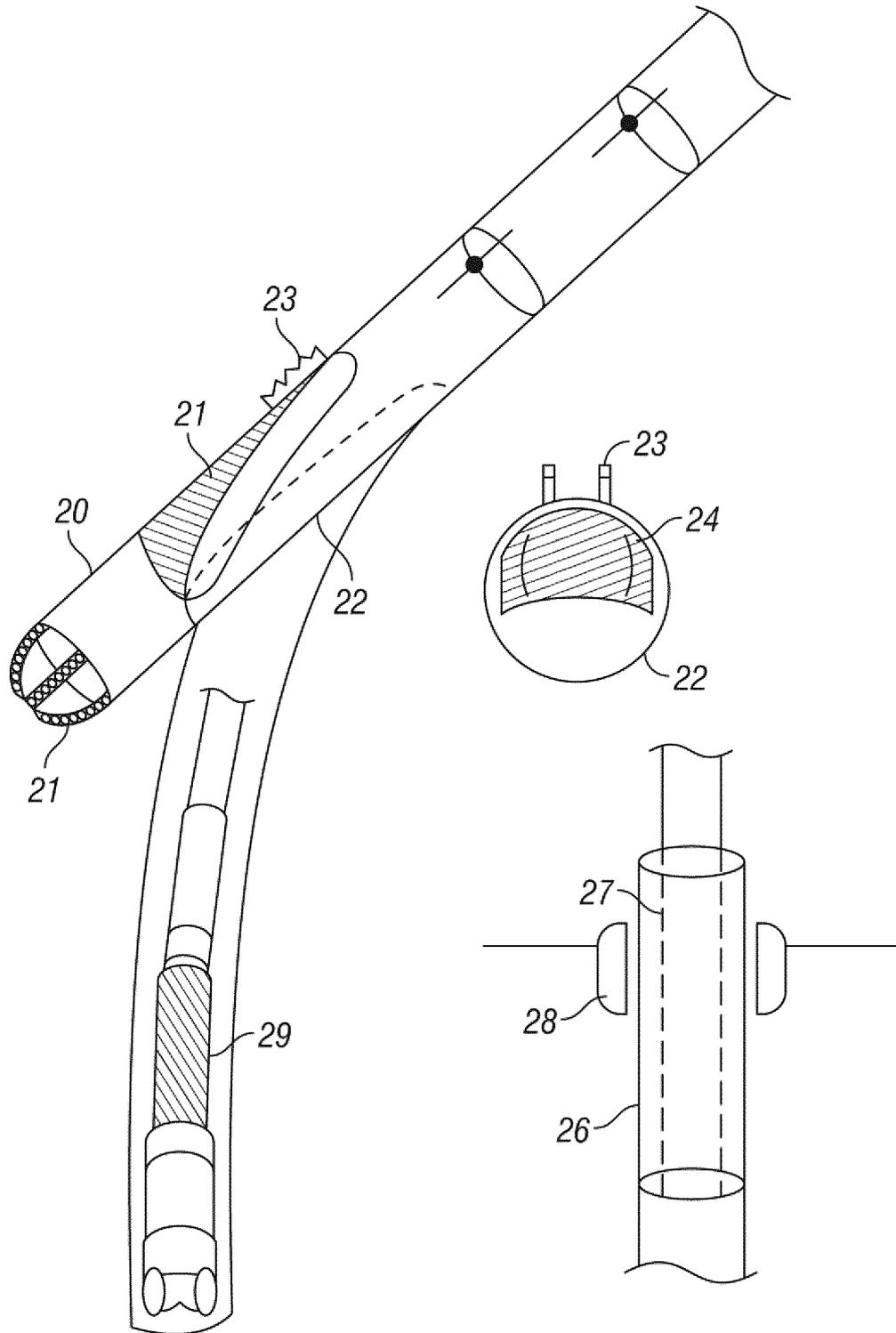
40. Способ по п.31, отличающийся тем, что множество многоствольных взрывных скважин бурят с использованием инструмента, содержащего: трубу, вставленную в по меньшей мере одну из одной или более служебных скважин и закрепленную на месте в по меньшей мере одной служебной скважине, причем труба содержит множество заранее вырезанных окон для обеспечения возможности бурения одной или более из множества подземных многоствольных взрывных скважин, при этом труба содержит множество позиционирующих устройств для обеспечения возможности установки и блокирования скважинного отклонителя на соответствующем позиционирующем устройстве в требуемом местоположении в по меньшей мере одной служебной скважине для бурения набора из множества подземных многоствольных взрывных скважин, причем труба содержит механизм для высвобождения указанного скважинного отклонителя для обеспечения возможности бурения следующей в последовательности многоствольных взрывных скважин.

41. Способ по п.31, отличающийся тем, что один или более взрывных зарядов загружают в по меньшей мере одну из множества подземных многоствольных взрывных скважин с использованием внешней трубы с диаметром, меньшим, чем диаметр ветви многоствольной взрывной скважины, и гибкого внутреннего рукава с диаметром, расширяющимся для заполнения ветви многоствольной взрывной скважины, при этом гибкий внутренний рукав вставляют внутрь внешней трубы, причем гибкий внутренний рукав наполняют взрывчатыми веществами, усилителями детонатора и детонаторами, внешнюю трубу и

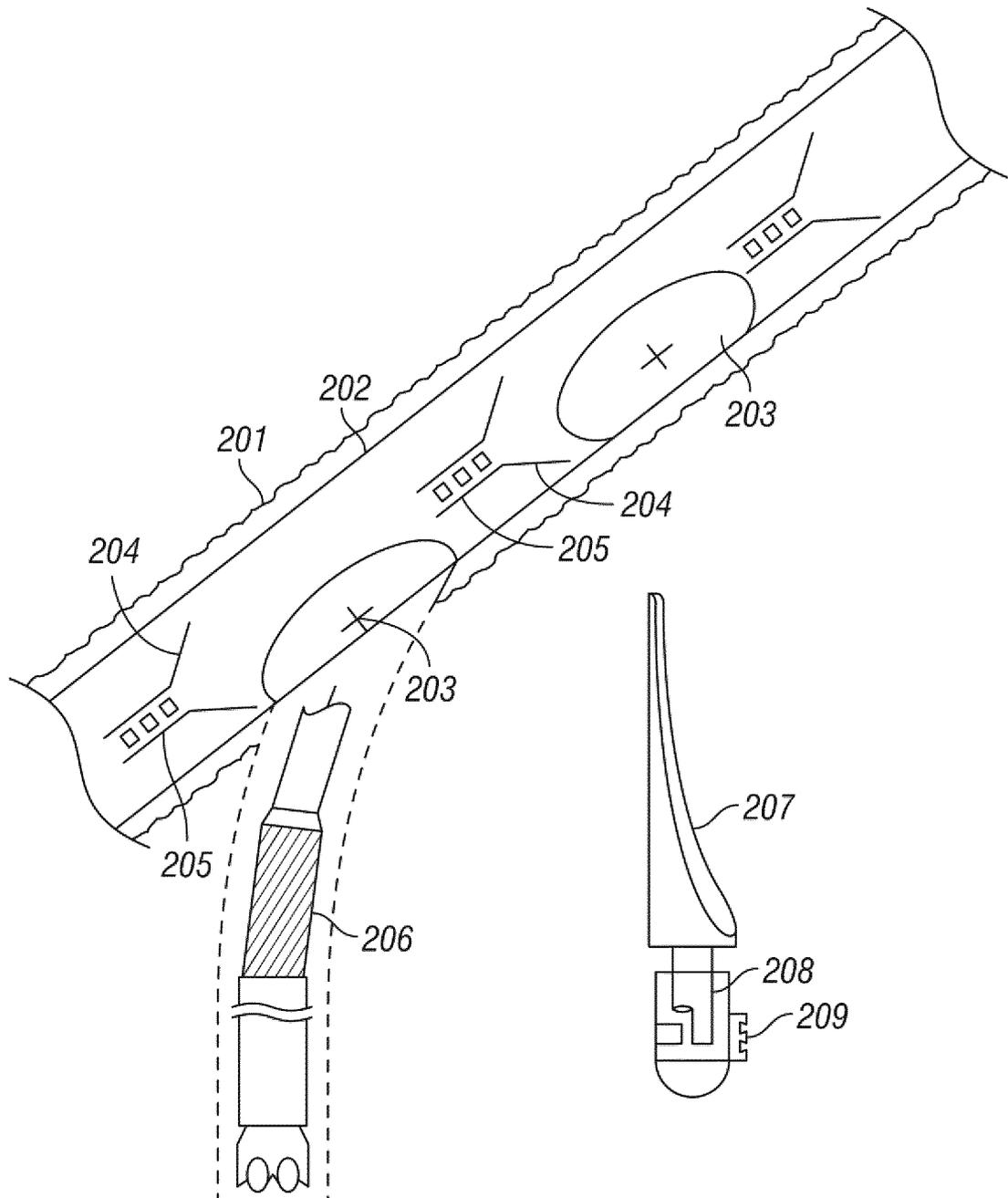
внутренний рукав проводят в ветвь многоствольной взрывной скважины на доставляющей трубе, обеспечивают срабатывание высвобождающего механизма для размещения взрывчатых веществ в требуемом положении, высвобождают и расширяют гибкий внутренний рукав внутри ветви многоствольной взрывной скважины, убирают внешний рукав, оставляя взрывчатые вещества расширяющимися в гибком внутреннем рукаве для заполнения диаметра ветви многоствольной взрывной скважины.

42. Способ по п.31, отличающийся тем, что один или более детонаторов воспламеняют посредством радиочастотных сигналов, имеющих конкретный идентификатор и код срабатывания.

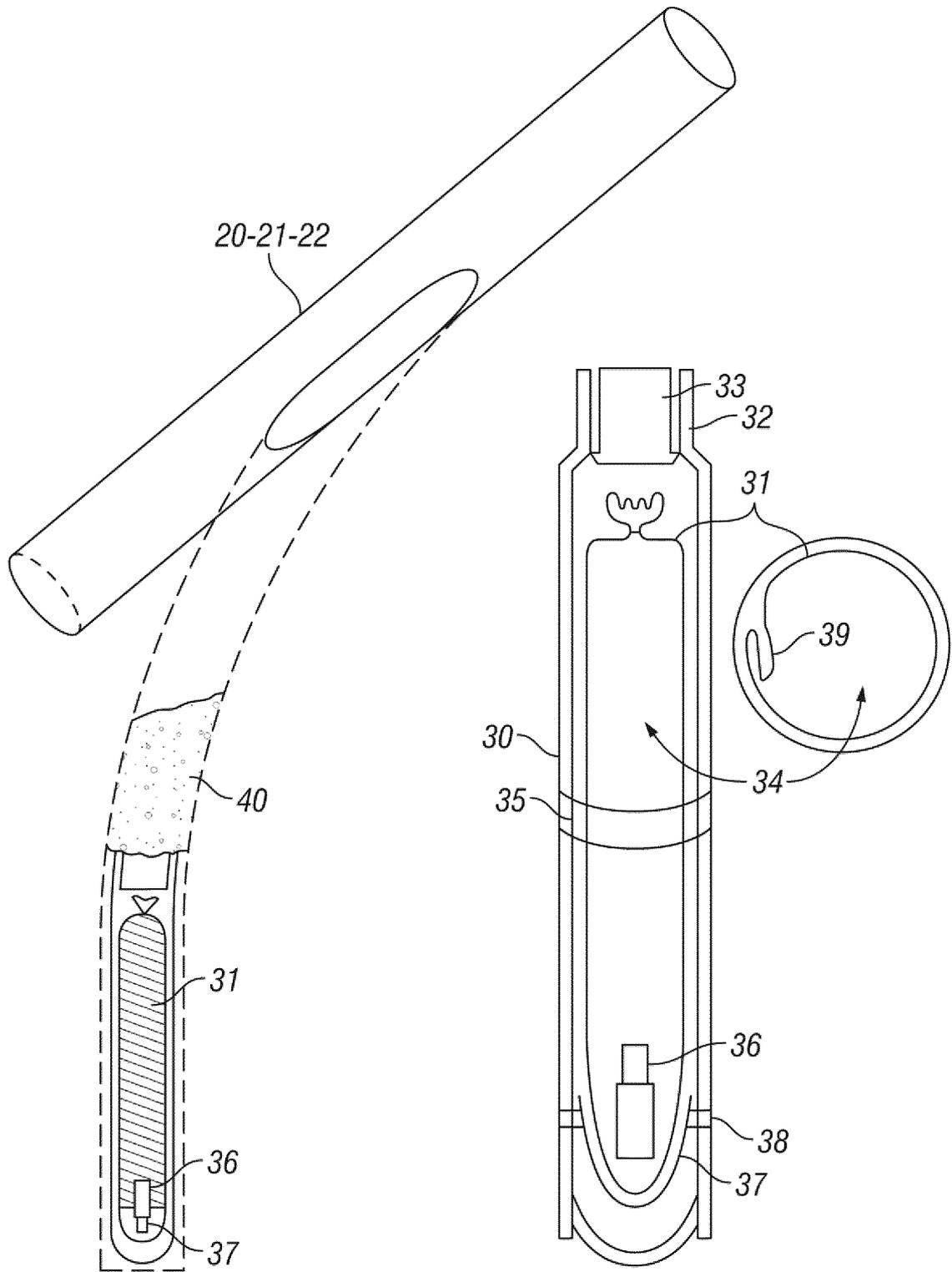




ФИГ. 2

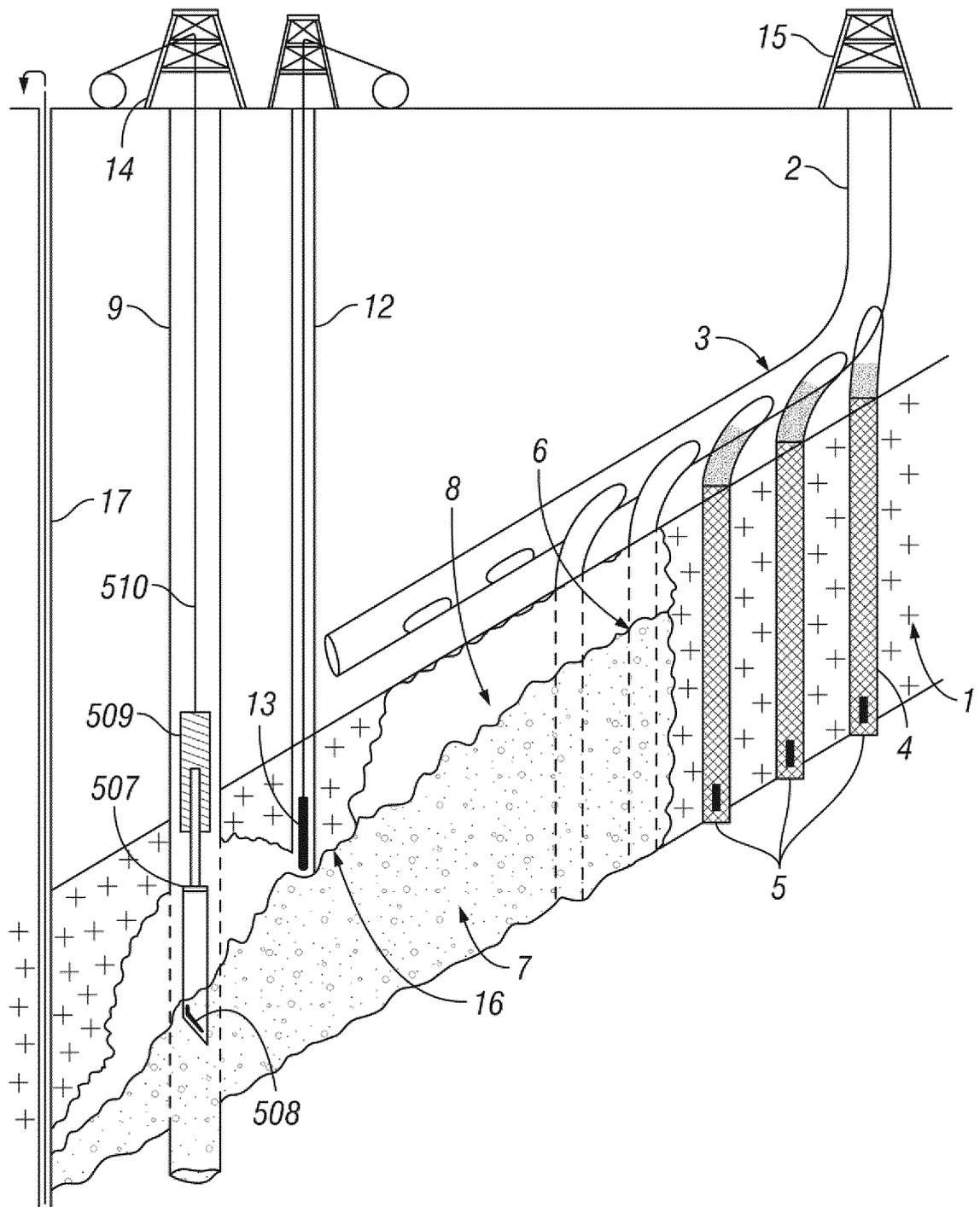


ФИГ. 2А



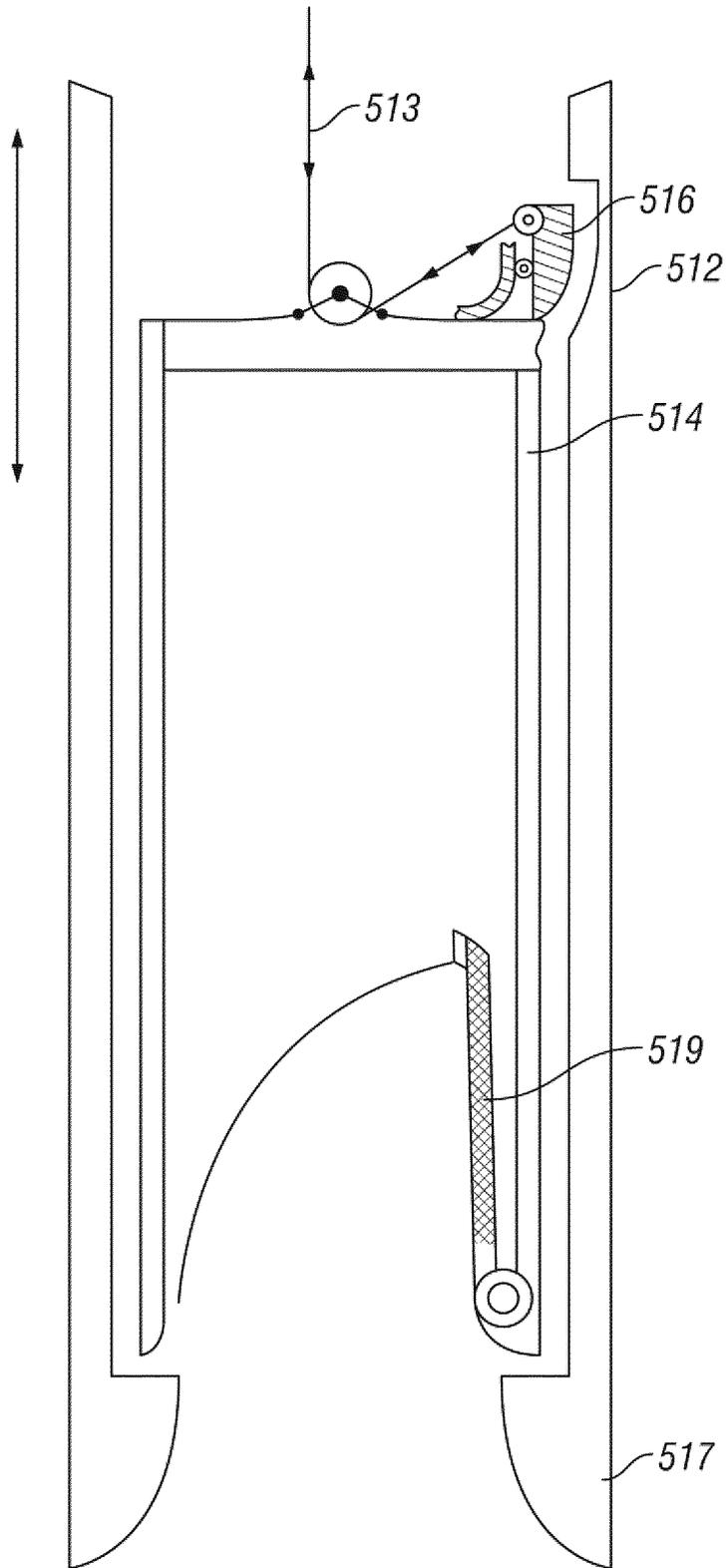
ФИГ. 3А

ФИГ. 3В

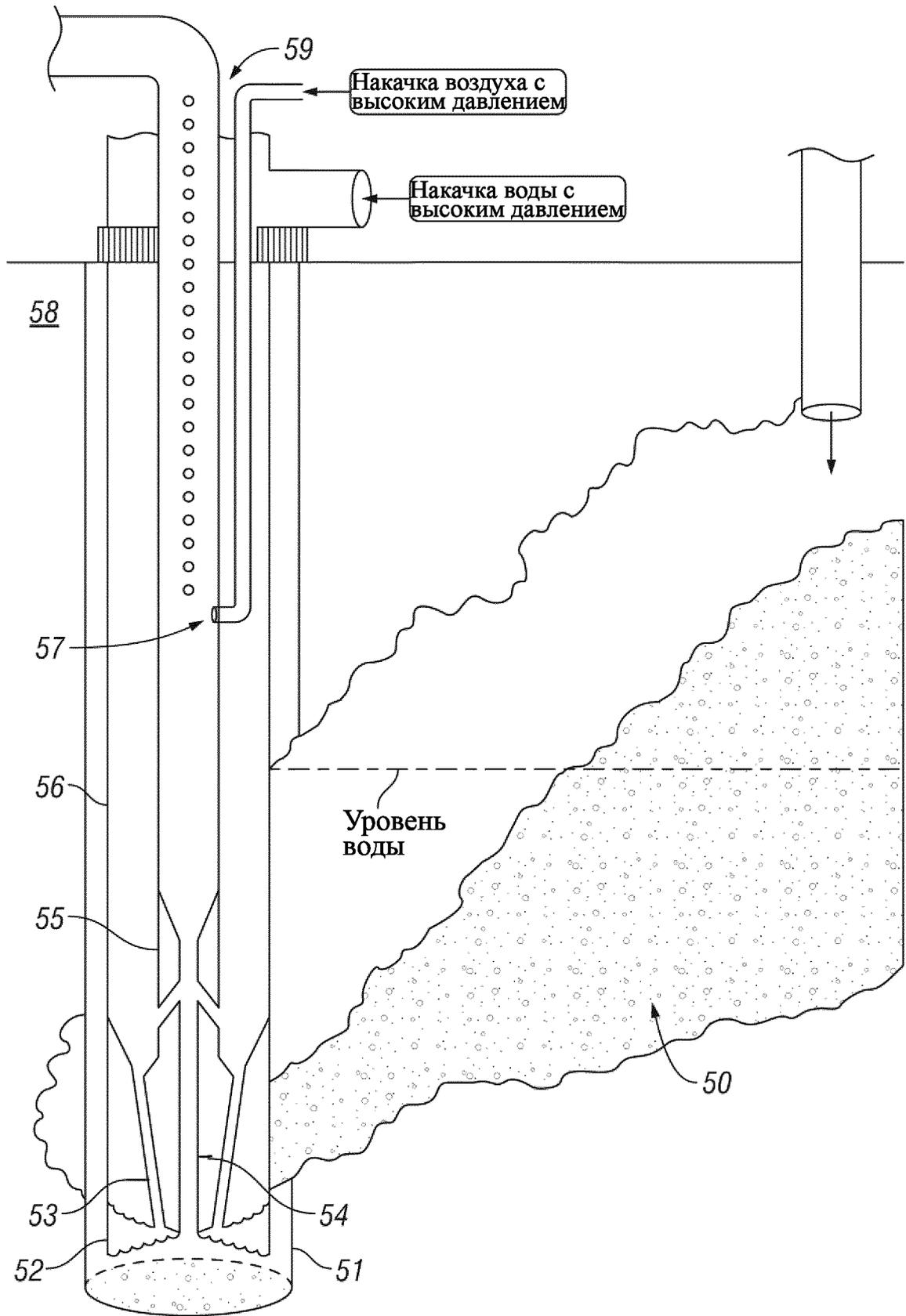


ФИГ. 4

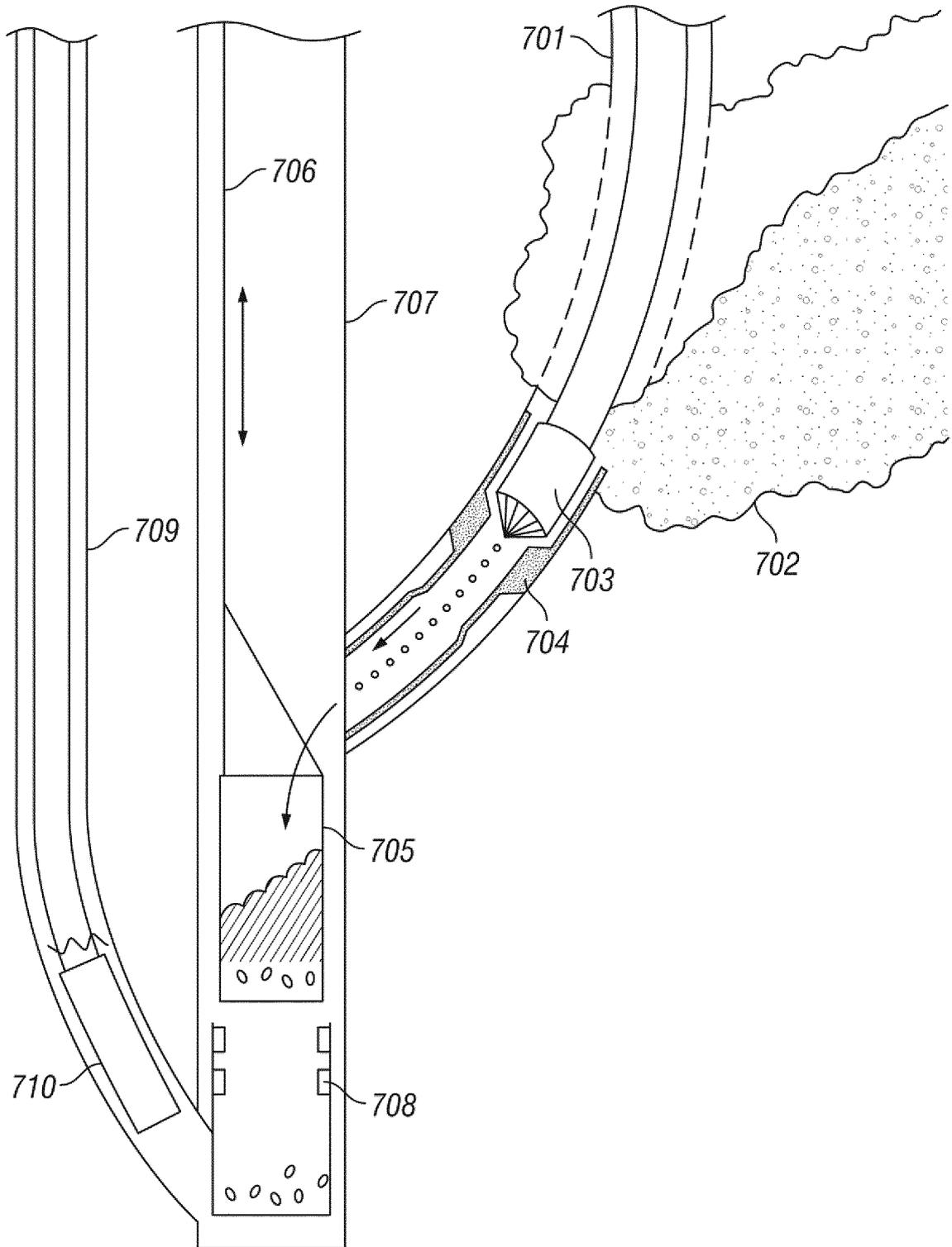
6



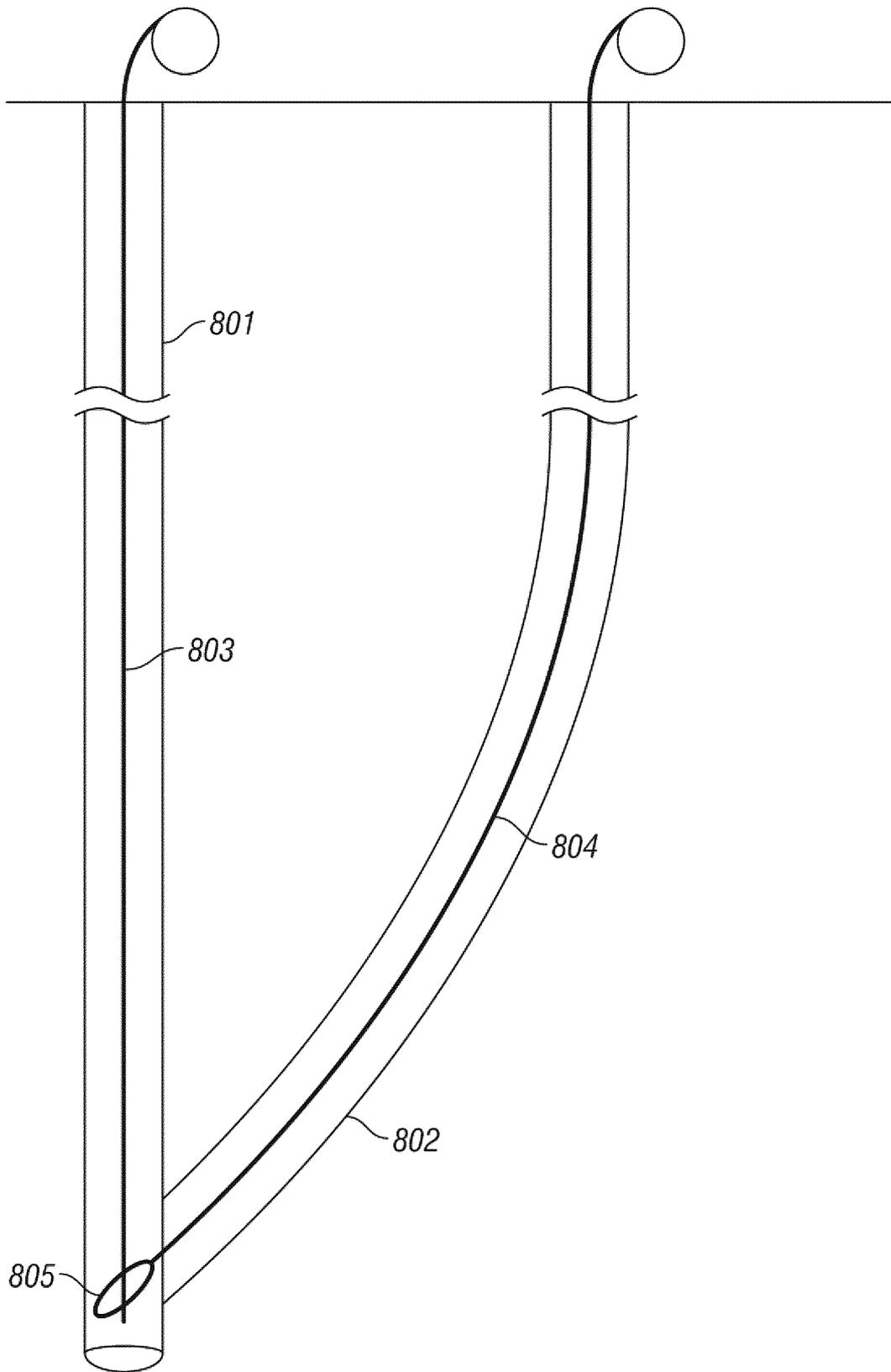
ФИГ. 4А



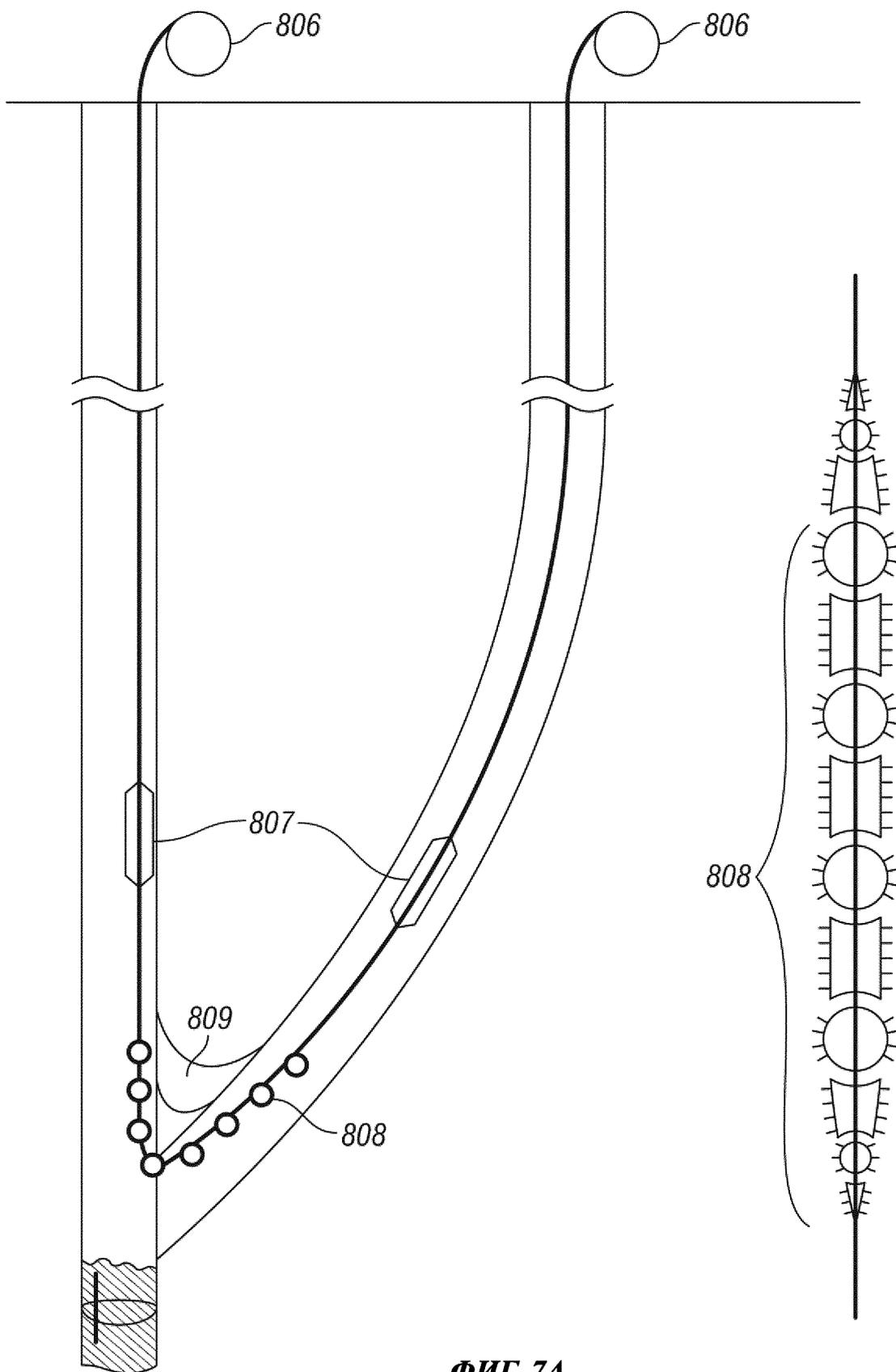
**ФИГ. 5**



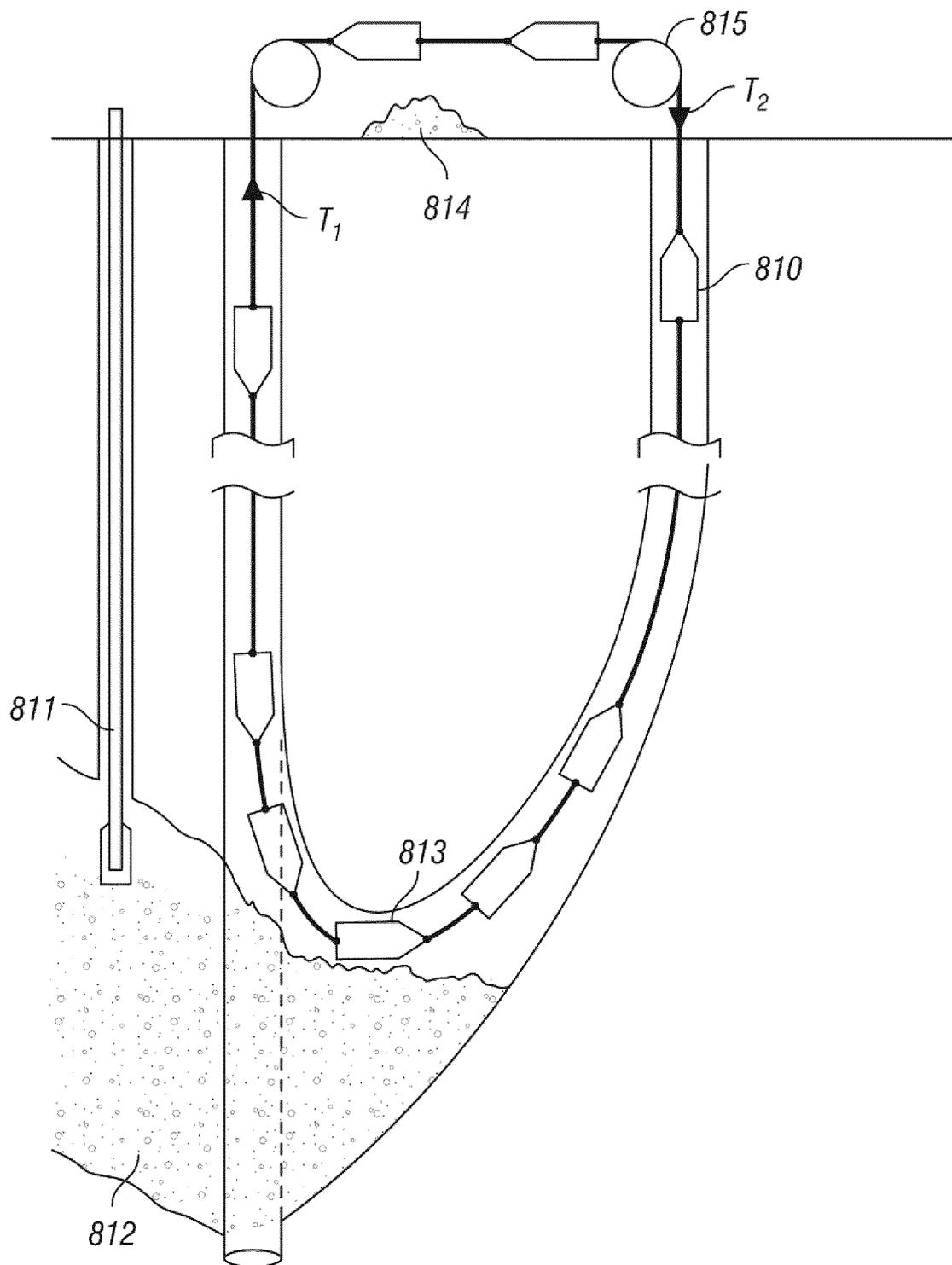
ФИГ. 6



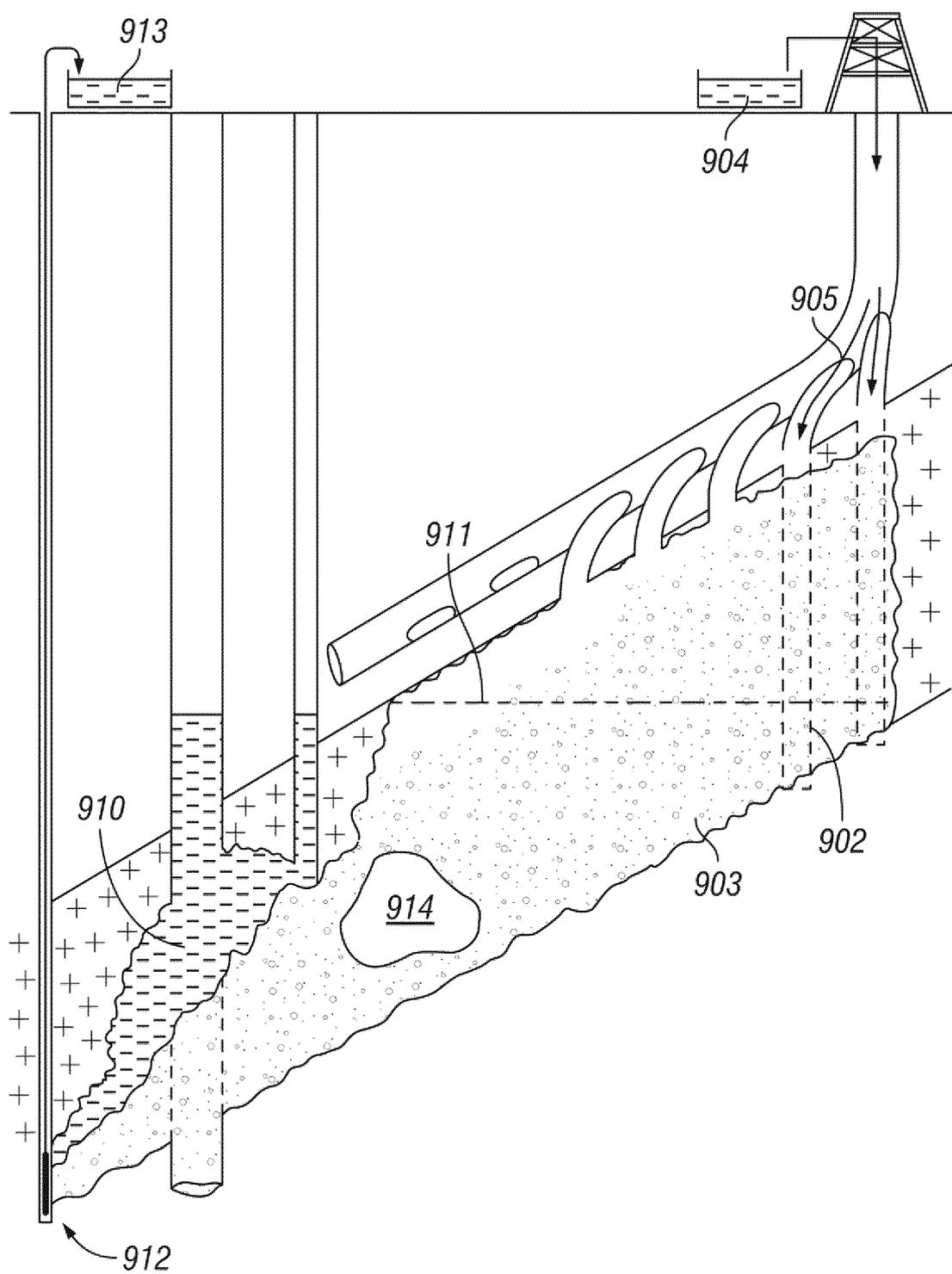
ФИГ. 7



ФИГ. 7А



ФИГ. 7В



ФИГ. 8