

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202490464 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.04.12

(22) Дата подачи заявки
2022.08.24

(51) Int. Cl. E21B 43/29 (2006.01)
E21B 7/04 (2006.01)
E21B 7/18 (2006.01)
E21B 10/60 (2006.01)
E21B 41/00 (2006.01)
E21B 47/0224 (2012.01)
E21C 25/60 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИННОЙ РАЗРАБОТКИ

(31) 2021902690; 2021221701

(32) 2021.08.24; 2021.08.25

(33) AU

(86) PCT/AU2022/050986

(87) WO 2023/023759 2023.03.02

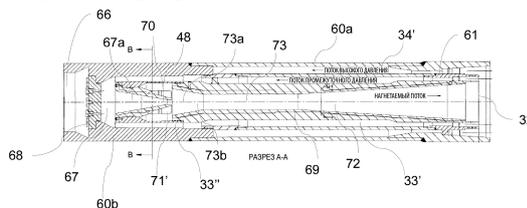
(88) 2023.04.27

(71) Заявитель:
АЙ.ЛУКА РИСОРСЕЗ ЛИМИТЕД
(AU)

(72) Изобретатель:
Ли Кристофер Брайан, Эстерхюйзен
Питер Стефанус, Бритс Тертиус
Теунис (AU)

(74) Представитель:
Билык А.В., Поликарпов А.В.,
Соколова М.В., Путинцев А.И.,
Черкас Д.А., Игнатъев А.В., Дмитриев
А.В., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) В изобретении предложен горный инструмент (30) для разработки подземного по существу горизонтального пласта материала, содержащий модуль (60) эжектора и модуль (62) флюидизации. Модуль (62) флюидизации содержит напорную камеру (66), выполненную с возможностью приема флюида высокого давления из колонны для разработки, и одно или более промывочных сопел (42, 43, 44) для флюида для выпуска флюида высокого давления для выталкивания материала пласта. Модуль (60) эжектора содержит узел (69) эжектора, выполненный с возможностью извлечения разрабатываемого материала для возвращения его в виде пульпы по колонне. При использовании инструмент соединяют с трубой или колонной (35) для разработки, проходящей от поверхности для подачи указанного флюида высокого давления к компоновке эжектора и флюидизирующим соплам. Узел эжектора расположен по направлению к проксимальной стороне инструмента, который соединен с трубой (35) для разработки. Флюидизирующие промывочные сопла расположены ближе к дистальному концу инструмента таким образом, что при использовании эжектор извлекает пульпу в указанном проксимальном положении относительно колонны. По мере того как горный инструмент непрерывно вытаскивают к поверхности земли вдоль по существу горизонтального ствола скважины, флюид высокого давления подают к инструменту для флюидизации материала в пласте посредством флюидизирующих промывочных сопел (42, 43, 44) и извлекают материал в виде пульпы через компоновку эжектора, расположенную "выше по потоку" от промывочных сопел.



A1

202490464

202490464

A1

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИННОЙ РАЗРАБОТКИ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[1] Данное изобретение в основном относится к скважиной разработке и не только с доступом и/или разработкой подземного пласта материала с минимальным извлечением покрывающих пород посредством одной или более наклонных или горизонтальных скважин. В широком аспекте изобретение обеспечивает различные горные инструменты и способы для разработки подземного пласта материала.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[2] Там, где подземный пласт ценного материала расположен вблизи или в пределах приемлемого расстояния от поверхности земли, например до 600 м ниже поверхности, обычным способом извлечения является разработка открытым способом, также известная как открытые горные работы или открытая горная разработка. Однако существует множество случаев, когда ценные ресурсы не извлекают, потому что общие технико-экономические показатели разработки открытым способом, включающие извлечение и замещение покрывающих пород и последующее восстановление участка до экологических норм, не обеспечивают достаточного дохода по рыночным ценам. В других случаях ценный пласт может быть небольшим и проходить на многие километры или может быть погружен или частично погружен ниже местного уровня грунтовых вод и быть нецелесообразным для дренирования.

[3] Одним из предложенных решений этих задач была скважинная гидродобыча, которая по существу включает бурение и обсаживание вертикальной скважины к пласту. Затем руду разрабатывают гидравлическим способом с помощью подачи посредством скважины струй воды с высокой скоростью в пласт для флюидизации и выкачивания пульпы на поверхность. В патенте США № 4,728,152 описано применение данного способа для извлечения битума из нефтеносных песков.

[4] В вариантах извлечения углеводородных флюидов из слоя нефтеносного песка обычно пробуривают и обсаживают вертикальный ствол скважины, а также пробуривают второй ствол скважины, имеющий криволинейную конфигурацию, от устья второй скважины для доступа к пласту в горизонтальном направлении. Промывочные сопла, подаваемые соответствующими трубопроводами в два ствола скважины, разделяют зону пласта для образования полости, из которой извлекают материал в виде пульпы через

горизонтальный ствол скважины. Пример данной конфигурации описан в международной патентной публикации WO 2010/000736.

[5] В международной патентной публикации WO 2013/062871 описана система скважинной разработки, в которой доступ к пласту осуществляется через пробуренный и обсаженный ствол скважины, который изначально направляют под углом относительно поверхности и изгибают в горизонтальном направлении. Коаксиальная труба для разработки, опущенная в ствол скважины, образует кольцевой проход для доставки воды под высоким давлением к рабочим комплектам промывочных сопел на конце трубы для отделения материала пласта, который извлекают в центральном проходе посредством эжектора между комплектами сопел. Обсадная колонна или конец трубы может вращаться для перемещения струй воды, а сопла и эжектор время от времени могут менять свое местоположение путем вытягивания трубы вдоль ствола скважины.

[6] В международной патентной публикации WO 2015/057657 описан способ разработки через ствол скважины, в котором предусмотрена подача четырех отдельных потоков флюида вниз в ствол скважины по спусковой колонне для разработки, которая может быть под любым углом от вертикального до горизонтального направления. Данные флюиды включают флюид под высоким давлением для формирования струй для отделения разрабатываемого материала и создания пульпы материала, воздух для инкапсуляции и ускорения струй флюида под высоким давлением, воду под низким давлением для смешивания и транспортировки пульпы обратно к поверхности и газ для элемента обратной продувки для создания всасывания для подъема пульпы на поверхность. Кроме того, трубу вращают для вращения струй, при этом полость в пласте увеличивается по мере того, как горный инструмент медленно перемещается назад по пласту и в обсадной колонне.

[7] Это является целью по меньшей мере предпочтительных вариантов осуществления изобретения для обеспечения альтернативных или улучшенных конфигураций для доступа и/или к разрабатываемому подземному пласту материала с использованием скважинных технологий.

[8] Ссылка в описании на любой предшествующий уровень техники не является подтверждением или предложением того, что эти формы предшествующего уровня техники являются частью общих знаний в любой юрисдикции или что можно ожидать, что данный предшествующий уровень техники будет пониматься, считаться актуальным

и/или комбинироваться с другими объектами предшествующего уровня техники специалистами в данной области техники.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[9] В первом аспекте настоящего изобретения предложен горный инструмент для разработки подземного пласта материала посредством соединения трубной конструкции, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем трубная конструкция имеет по меньшей мере первый и второй канал для отдельной доставки флюида под высоким давлением к горному инструменту, а также третий канал для извлечения пульпы, содержащей разрабатываемый материал, причем горный инструмент содержит:

напорную камеру, соединенную и выполненную с возможностью приема флюида высокого давления из первого прохода трубной конструкции,

одно или более флюидизирующих промывочных сопел, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой и выполненных для выталкивания с помощью указанного флюида высокого давления материала пласта, примыкающего к инструменту, и

компоновку эжектора, выполненную с возможностью извлечения и захвата указанного разрабатываемого материала в указанный поток флюида высокого давления, подаваемый посредством второго прохода, для возврата указанного материала в виде пульпы по указанному третьему проходу,

причем указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены дистально относительно указанной трубной конструкции, а указанная компоновка эжектора расположена проксимально относительно указанной трубной конструкции,

таким образом, что при использовании указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел выталкивают указанный материал, а указанная компоновка эжектора извлекает указанную пульпу в указанном проксимальном положении относительно трубной конструкции, при этом указанный горный инструмент непрерывно вытаскивают к поверхности земли вдоль указанного ствола скважины.

[10] В одном варианте осуществления одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от по меньшей мере 0 до 3 м от компоновки эжектора.

[11] В одном варианте осуществления одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от 1 до 2 м от компоновки эжектора.

[12] В дополнительном варианте осуществления горный инструмент расположен вдоль горизонтального или по существу горизонтального ствола скважины.

[13] В одном варианте осуществления одно или более отверстий, обеспечивающих соединение по текучей среде между компоновкой эжектора и стволом скважины содержат решетчатые или сетчатые структуры для контроля давления проходящей через них пульпы и/или контроля размеров фрагментов материала в пульпы.

[14] В одном варианте осуществления горный инструмент содержит два отверстия, расположенные на противоположных поверхностях горного инструмента.

[15] В другом варианте осуществления два отверстия, расположенных друг напротив друга, при использовании представляют собой вертикальный уровень.

[16] В дополнительном варианте осуществления решетчатые или сетчатые структуры выполнены с возможностью поддержания давления всасывания пульпы от 400 до 800 кПа.

[17] В одном варианте осуществления решетчатые или сетчатые структуры выполнены с возможностью поддержания давления всасывания пульпы 600 кПа.

[18] Во втором аспекте настоящего изобретения предложен способ разработки подземного пласта материала, включающий соединение горного инструмента с конструкцией из труб, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем конструкция из труб имеет по меньшей мере первый и второй канал для отдельной доставки флюида под высоким давлением к указанному горному инструменту, а также третий канал для извлечения пульпы, содержащей разрабатываемый материал, причем указанный горный инструмент содержит:

напорную камеру, соединенную с первым проходом трубной конструкции и принимающую из него флюид высокого давления;

одно или более флюидизирующих промывочных сопел, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой и направляющих указанный флюид высокого давления для выталкивания материала пласта, примыкающего к указанному горному инструменту; и

компоновку эжектора, извлекающую и захватывающую указанный разрабатываемый материал в указанный поток флюида высокого давления, подаваемый посредством второго прохода, возвращающего указанный материал в виде пульпы по указанному третьему проходу,

причем указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены дистально относительно указанной трубной конструкции, а указанная компоновка эжектора проксимально расположена относительно указанной трубной конструкции,

причем указанный горный инструмент непрерывно вытаскивают к поверхности земли вдоль указанного ствола скважины, при этом флюид подают к указанному одному или более флюидизирующих промывочным соплам и указанной компоновке эжектора таким образом, что указанный материал выталкивается из указанного пласта и извлекается в виде пульпы через указанную расположенную проксимально компоновку эжектора.

[19] В одном варианте осуществления материал, примыкающий к инструменту выталкивается флюидом высокого давления, направленным одним или более флюидизирующих промывочных сопел, расположенных на расстоянии от по меньшей мере 0 до 3 м от компоновки эжектора.

[20] В дополнительном варианте осуществления одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от 1 до 2 м от компоновки эжектора.

[21] В одном варианте осуществления подземный пласт материала разрабатывают посредством горного инструмента, расположенного вдоль горизонтального или по существу горизонтального ствола скважины.

[22] В одном варианте осуществления давление пульпы и/или размеры фрагментов материала, извлеченного в компоновку эжектора контролируется решетчатыми или сетчатыми структурами, содержащими одно или более отверстий, обеспечивающих соединение с возможностью переноса текучей среды между компоновкой эжектора и стволом скважины.

[23] В другом варианте осуществления пульпу извлекают через два отверстия, расположенные на противоположных поверхностях горного инструмента.

[24] В дополнительном варианте осуществления горный инструмент ориентируют таким образом, что два отверстия, расположенных друг напротив друга, представляют собой вертикальный уровень.

[25] В одном варианте осуществления решетчатые или сетчатые структуры поддерживают давление всасывания пульпы от 400 до 800 кПа.

[26] В одном варианте осуществления решетчатые или сетчатые структуры поддерживают давление всасывания пульпы при 600 кПа.

[27] При разработке в вертикальном стволе скважины предусмотрены форсунки для размыва стенок ствола скважины, при этом разрабатываемый материал падает под действием гравитации в местоположение ниже форсунок, откуда его извлекают и возвращают на поверхность. В горизонтальных или почти горизонтальных стволах скважины устройство для разработки с промывочными соплами обычно располагают на или вблизи нижней части (от 0 до 1 м от подошвы выработки) массивного месторождения, причем промывочные сопла указывают в основном вверх для высвобождения ценных минералов. Однако, в отличие от разработки в вертикальном стволе скважины, горизонтальный ствол скважины не подвержен влиянию гравитации для направления и концентрации высвобожденного материала к системе для извлечения для возвращения на поверхность.

[28] Систему для извлечения для возвращения разрабатываемого материала в виде пульпы обычно располагают на свободном или дистальном конце устройства. Это предусмотрено таким образом, чтобы оператор мог извлечь разрабатываемый материал, примыкающий к свободному концу устройства. В некоторых случаях данную конфигурацию комбинируют с перемещением устройства для разработки таким образом, чтобы систему для извлечения можно было транспортировать по стволу скважины для извлечения разрабатываемого материала. Однако, это вызывает ряд трудностей. В частности, дистальный или свободный конец устройства наиболее подвержен повреждению во время введения и перемещения устройства, при этом отверстия для системы для извлечения, через которые поступает пульпа, могут забиться или повредиться из-за контакта с окружающей породой или минералами.

[29] Кроме того, при обычной горизонтальной или почти горизонтальной скважинной разработке для каждого сопла из множества по существу идентичных сопел на устройстве предусмотрены отдельные гидравлические трубопроводы. В некоторых случаях предусмотрены дополнительные направленные промывочные сопла для направления разрабатываемого материала (высвобожденного промывочными соплами для разработки) к впускному отверстию системы для извлечения. Для этих направленных форсунок требуется дополнительное давление и соединения для текучих сред и т. д.

Кроме того, эти дополнительные направленные промывочные сопла направлены в сторону от массивного месторождения в направлении устройства для извлечения. Это является потенциально нерациональным использованием энергии в системе для разработки исключительно для выталкивания разрабатываемого материала в устройство для извлечения.

[30] С другой стороны, в настоящем изобретении предложено, что, вопреки очевидному, выталкивающие промывочные сопла размещены на свободном или дистальном конце или примыкают к нему (относительно поверхности), а устройство для извлечения или компоновка эжектора расположены ближе к проксимальному концу устройства.

[31] Компоновка согласно данному изобретению обеспечивает ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными системами. Во-первых, расположение системы для извлечения / впускных отверстий эжектора ближе к проксимальному концу устройства уменьшает возможность повреждения системы для извлечения, компоновки эжектора и ее впускных отверстий во время введения. Но совершенно неожиданно, что этого достигают без какого-либо наблюдаемого снижения эффективности эксплуатации. Несмотря на то, что в данный момент система для извлечения фактически используется «вверх по потоку» от промывочных сопел, извлечение разрабатываемого материала посредством системы для извлечения функционирует таким же образом как по меньшей мере в традиционных системах.

[32] Более того, заявители обнаружили, что размещение впускного отверстия эжектора / устройства для извлечения ближе к проксимальному концу устройства с промывочными соплами для разработки, расположенными ближе к дистальному концу, обеспечивает ряд неожиданных преимуществ, включая более эффективную и надежную работу, а также уменьшение вероятности засорений и повреждения.

[33] Хотя не совсем понятно, почему это происходит, изобретатели обнаружили, что разрабатываемый материал эффективно извлекается в виде пульпы, несмотря на то, что впускные отверстия эжектора расположены по существу «вверх по потоку» от разрабатывающей поверхности, образованной промывочными соплами. Предполагается, что сам ствол скважины действует для выталкивания материала, обеспечивая его эффективное втягивание в компоновку эжектора через впускные отверстия, расположенные на расстоянии по направлению к проксимальному концу от форсунок.

[34] И несмотря на перемещение или извлечение устройства по направлению к поверхности, которое таким образом по существу перемещает впускные отверстия для извлечения/эжектора от свободной части ствола скважины, устройство и способ по данному изобретению обеспечивают эффективное и надежное извлечение разрабатываемого материала по меньшей мере также как в традиционных системах, в которых экстрактор расположен на свободном конце или вблизи него.

[35] Первоначально считалось, что компоновка по данному изобретению могла потенциально вызвать трудности, так как считалось, что размещение впускного отверстия для извлечения или эжектора на дистальном конце будет более эффективным, поскольку это является последней точкой контакта при вытягивании устройства для разработки на поверхность. Однако, оказалось, что непрерывная флюидизация и ее поток в стволе скважины, обусловленные промывочными соплами и разрабатываемыми минералами являются достаточным для их эффективного захвата. Это также может быть следствием быстрого сжатия свободной части ствола скважины.

[36] В третьем аспекте настоящего изобретения предложен горный инструмент для разработки подземного пласта материала, содержащий множество флюидизирующих промывочных сопел, расположенных в одной или более из следующих конфигураций:

в которой центральное флюидизирующее промывочное сопло (А) и одно или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (В) расположены вокруг указанного горного инструмента таким образом, что каждое из них направляет выталкиваемый поток флюида под углом от 1 до 100 градусов относительно друг друга;

в которой одно или более флюидизирующих промывочных сопел (В) расположены в продольно дистальном или проксимальном положении вдоль указанного горного инструмента относительно указанного центрального флюидизирующего промывочного сопла (А);

в которой каждое указанное множество флюидизирующих промывочных сопел выполнено с возможностью направлять указанные выталкиваемые потоки флюида к указанному материалу, примыкающему к продольным передней части и задней части указанного горного инструмента; и

в которой центральное флюидизирующее промывочное сопло (А) и одно или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (В) имеют разные диаметры промывочных сопел,

таким образом, что при использовании указанное множество флюидизирующих промывочных сопел выталкивают и разделяют подземный пласт материала, примыкающий к указанному горному инструменту.

[37] В одном варианте осуществления два флюидизирующих промывочных сопла (B) расположены вокруг горного инструмента таким образом, что каждое из них направляет выталкиваемый поток флюида под углом 70 градусов относительно потока, направляемого центральным флюидизирующим соплом (A).

[38] В другом варианте осуществления два боковых флюидизирующих промывочных сопла (B) расположены вокруг центрального флюидизирующего промывочного сопла (B) таким образом, чтобы совместно образовывать продольно разнесенную диагональную схему расположения сопел, выполненную с возможностью направлять выталкиваемый поток флюида под углом 180 градусов вокруг горного инструмента.

[39] В дополнительном варианте осуществления центральное флюидизирующее промывочное сопло (A) имеет меньший диаметр выпускного отверстия сопла по сравнению с одним или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (B).

[40] Вертикальная или горизонтальная скважинная разработка является экстремально неблагоприятной средой, в которой поломка устройства является обычным явлением. Обычно устройство для вертикальной или горизонтальной скважинной разработки содержит множество по существу идентичных сопел, питаемых разрабатываемым флюидом для отделения или выталкивания ценного минерала от массивного месторождения. Данные промывочные сопла обычно питаются отдельными прямыми трубопроводами для обеспечения поддержания стабильного давления в каждом сопле. Кроме того, такие системы обычно обеспечивают по существу идентичные сопла и трубопроводы подачи флюида.

[41] Однако, такое многообразие трубопроводов подачи флюида приводит к большому числу мест вероятных отказов, а также увеличению расходов и затрат на обслуживание. Кроме того, такие системы являются весьма негибкими, а также их сложно адаптировать для конкретного массивного месторождения. В действительности системы представляют собой устройство «один размер соответствует всем» только с одним изменяемым параметром, по существу давлением, действующим на сопла.

[42] Заявители определили, что как традиционные системы подачи, так и конфигурации сопел являются негибкими и подвержены к поломкам.

[43] Различные системы сопел по настоящему изобретению позволяют оператору обеспечивать различные давления флюида, объемы и т. д. для массивного месторождения в различных направлениях. Кроме того, применение напорной камеры для питания сопел по существу уменьшает стоимость и количество мест вероятных отказов систем непосредственной подачи предшествующего уровня техники, а также обеспечивает более равномерное распределение давления доставляемого флюида. Кроме того, для улучшения характеристик и снижения ненужного износа эти элементы, в свою очередь, обеспечивают модификации или «подгонку» горного инструмента для соответствия конкретным потребностям имеющегося массивного месторождения.

[44] Например, может быть обеспечен доступ к массивным месторождениям существенно разных размеров и форм и их разработка с использованием устройства по данному изобретению. В качестве примера, узкое высокое массивное месторождение или поверхностное плоское массивное месторождение могут одновременно разрабатываться с использованием настоящего изобретения, благодаря разным конфигурациям его сопел. Это было бы невозможно с помощью традиционных систем без существенных и дорогостоящих постоянных изменений оборудования и систем управления традиционной установки для гидравлической разработки.

[45] В четвертом аспекте настоящего изобретения предложен горный инструмент для разработки подземного пласта материала посредством соединенной с трубной конструкцией, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем горный инструмент содержит:

внешний корпус,

напорную камеру внутри корпуса, соединенную и выполненную с возможностью приема разрабатываемого флюида из первого прохода трубной конструкции,

одно или более промывочных сопел для флюида, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой для выталкивания с помощью указанного разрабатываемого флюида материала пласта, примыкающего к инструменту, и

компоновку эжектора, размещенную внутри указанного корпуса, расположенную на расстоянии от указанного одного или более промывочных сопел для флюида и изолированную по текучей среде от них, причем указанная компоновка эжектора выполнена с возможностью приема движущего флюида из второго прохода

трубной конструкции и извлечения разрабатываемого материала и возвращения его в виде пульпы по третьему проходу трубной конструкции;

причем указанный корпус ограничивает собой первый, второй и третий по существу проходящие продольно каналы для флюида, соединенные с возможностью переноса текучей среды с соответствующими проходами указанной трубной конструкции к указанному одному или более промывочных сопел для флюида и указанной компоновке эжектора,

посредством которого указанный корпус обеспечивает первый канал для подачи разрабатываемого флюида к указанному одному или более промывочных сопел для флюида, второй канал для подачи движущего флюида к указанной компоновке эжектора и третий канал для возврата разрабатываемого материала в виде пульпы к трубной конструкции,

причем указанный корпус выполнен с возможностью изолирования по текучей среде разрабатываемого и движущего флюидов до доставки к напорной камере и компоновке эжектора соответственно.

[46] В предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере указанный первый и второй проходы обеспечены кольцевыми каналами, проходящими вдоль по меньшей мере части длины корпуса. Более предпочтительно указанные кольцевые каналы выполнены как вложенная компоновка с первым и вторым кольцевыми каналами, которые являются по существу коаксиальными и имеют разный радиус, вложенными друг в друга, и третьим по существу трубчатым каналом, который обеспечивает коаксиальную и радиальную внутреннюю часть первого и второго каналов. Компоновку эжектора также предпочтительно располагают внутри указанного третьего канала и по существу коаксиально с ним.

[47] В другом варианте осуществления указанный корпус обеспечен двумя частями: частью сопел, ограничивающей собой указанную напорную камеру и вмещающей указанные одно или более промывочных сопел, и частью эжектора, вмещающей указанную компоновку эжектора и ограничивающей собой впускные отверстия эжектора для возвращения и подачи указанной пульпы к указанной компоновке эжектора, указанному первому, второму и третьему проходам, которые выполнены в указанной части эжектора, причем по меньшей мере указанный первый проход выполнен в указанной части сопел, указанные части эжектора и сопел выполнены с возможностью

соединения для соосной установки соответствующих первых проходов в компоновке эжектора и частях корпуса сопел.

[48] Первый и второй кольцевые каналы могут быть непрерывными или выполненными в виде кольцевой компоновки трубчатых каналов.

[49] Способность данного устройства подавать флюиды по-отдельности как для промывочных сопел, так и для компоновки эжектора посредством вложенных кольцевых каналов без необходимости в дополнительных отдельных трубопроводах для флюида является существенным преимуществом по сравнению с традиционными системами. Применение корпуса с 3-мя сердцевинами для соответствия трубопроводной системе с 3-мя сердцевинами (ЗС) обеспечивает надежную систему подачи флюида, а также эффективный возврат разрабатываемой пульпы без дополнительных затрат. В значительной степени устраняются сложность и места вероятных отказов предшествующего уровня техники.

[50] Удачная конструкция настоящего изобретения обеспечивает возможность подачи флюида при разных давлениях к промывающим соплам и компоновке эжектора, обеспечивая при этом их изолирование по текучей среде. Дополнительно в предпочтительном варианте осуществления, где компоновка эжектора расположена в направлении того конца устройства, который является проксимальным к соединительной муфте ЗС, а сопла расположены ближе к свободному или дистальному концу устройства, конструкция данного изобретения имеет первый канал в виде крайней снаружи радиальной компоновки каналов, проходящих от соединительной муфты ЗС, наружу и в обход компоновки эжектора к напорной камере для подачи флюида к флюидизирующим промывочным соплам.

[51] Следующий крайний изнутри канал является вторым каналом, подающим флюид к компоновке эжектора. Данный второй канал по существу заканчивается вблизи компоновки эжектора для подачи флюида к компоновке эжектора. Третий канал является самым крайним изнутри каналом и проходит от ЗС трубы к компоновке эжектора (или наоборот в направлении потока флюида), причем он извлекает разрабатываемый материал, высвобожденный из массивного месторождения при возвращении пульпы на поверхность. Применение корпуса в качестве системы подачи и возврата флюида без необходимости в дополнительных и отдельных трубопроводах для флюида и т. д. обеспечивает надежную и эффективную систему, объединяющую множество функций в одном удачном устройстве. Соединение с системой трубопроводов ЗС, а также

перемещение и очистка различных компонентов является довольно простой по сравнению с традиционными системами.

[52] В пятом аспекте настоящего изобретения предложено устройство для разработки подземного пласта материала, выполненное с возможностью соединения с трубной конструкцией, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем устройство содержит:

два модуля, выполненных с возможностью соединения между собой, содержащих:

модуль эжектора, выполненный с возможностью разъемного соединения на его проксимальном конце с указанной трубной конструкцией и вмещающий узел распылителя, выполненный с возможностью приема движущего флюида из указанной трубной конструкции,

флюидизирующий модуль, выполненный с возможностью разъемного соединения с дистальным концом указанного модуля эжектора и ограничивающий собой напорную камеру, вмещающую множество флюидизирующих сопел, выполненных с возможностью приема флюидизирующего флюида, подаваемого из указанной трубной конструкции и через указанный модуль эжектора; и

одно или более впускных отверстий эжектора на модуле эжектора для приема и транспортировки пульпы минералов и флюида к поверхности земли по трубной конструкции,

причем указанный узел распылителя и указанные флюидизирующие сопла выполнены с возможностью разъемной установки в их соответствующих модулях, и

причем указанные модули имеют по существу одинаковый внешний диаметр и выполнены с возможностью коаксиального соединения при использовании.

[53] В предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере два указанных впускных отверстия расположены на противоположных поверхностях указанного модуля эжектора.

[54] Пятый аспект настоящего изобретения, в частности, применяется в контексте адаптируемости устройства к различным условиям, а также простоты обслуживания, при сохранении в то же самое время эжектора, расположенного проксимально и

флюидизирующих промывочных сопел, расположенных дистально относительно поверхности. Как будет объяснено более подробно ниже, наличие отдельных модулей, выполненных с возможностью разъемного соединения, для флюидизирующих промывочных сопел и компоновки эжектора обеспечивает более удобный ремонт и замену различных компонентов. Если сопла или эжектор требуют модификации, ремонта или замены, модули можно отсоединить и выполнить соответствующие действия. Для доступа к соплам в модуле для флюидизации, например, просто требуется отсоединить модуль эжектора. Сопла могут затем быть модифицированы, перемещены, отремонтированы или заменены быстрым эффективным способом. Нет необходимости в отсоединении множества трубопроводов для флюида от каждого сопла и т. д.

[55] Это было бы невозможно при использовании таких дистально расположенных флюидизирующих промывочных сопел до появления настоящего изобретения. Без вышеупомянутой модульной компоновки по данному изобретению имели бы место значительные простои при обслуживании и модификации устройства.

[56] Аналогично, если требуется регулировка или модификация компоновки эжектора, после отсоединения модулей в предпочтительном варианте осуществления узел эжектора можно легко извлечь из его корпуса и выполнить соответствующие действия. Модуль эжектора по данному изобретению не только выполняет свои функции по захвату и возвращению ценных разрабатываемых материалов на поверхность в виде пульпы, но также подает необходимый материал для флюидизации, например воду, к дистально расположенным флюидизирующим промывочным соплам. Такая модульная конфигурация имеет значительные преимущества по сравнению с традиционными системами.

[57] Настоящее изобретение включает одно или более вышеупомянутых аспектов, взятых по-отдельности или в любой их комбинации.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[58] Изобретение далее будет описано в качестве примера со ссылкой на прилагаемые графические материалы, в которых:

[59] на фиг. 1 представлен вид в поперечном разрезе без соблюдения масштаба, включающий локальные увеличенные виды конфигурации разработки для доступа к подземному пласту ценного материала, причем горный инструмент находится в положении на дальней стороне пласта, готового для начала разработки;

[60] на фиг. 2 представлен вид сверху буровой площадки, на котором показана ориентация ствола скважины для продольного выравнивания пласта;

[61] на фиг. 3 представлен вид в изометрии горного инструмента, показанного на фиг. 1, в целях иллюстрации показанного полупрозрачным;

[62] на фиг. 4 представлен непрозрачный вид в изометрии модуля эжектора, содержащего горный инструмент, проиллюстрированный на фиг. 3;

[63] на фиг. 5 представлен покомпонентный вид составных компонентов, которые образуют модуль эжектора, показанный на фиг. 4;

[64] на фиг. 6 представлен вид сверху с продольным разрезом модуля эжектора, выполненным по сечению А-А фиг. 4;

[65] на фиг. 7 представлен вид в поперечном разрезе модуля эжектора по радиальному сечению В-В, показанному на фиг. 6;

[66] на фиг. 8 представлен непрозрачный вид в изометрии модуля форсунок для флюидизации, содержащий горный инструмент, проиллюстрированный на фиг. 3;

[67] на фиг. 9 представлен вид сверху модуля форсунок для флюидизации с продольным разрезом, выполненным вдоль линии А-А фиг. 8;

[68] на фиг. 10 представлен упрощенный прозрачный вид сверху с поперечным разрезом компоновки сопел, содержащей модуль форсунок для флюидизации; и

[69] на фиг. 11 представлена схема горного инструмента, эксплуатируемого на месте в пределах забоя.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[70] Будет понятно, что изобретение, описанное и определенное в данном описании, распространяется на все альтернативные комбинации двух или более отдельных признаков, упомянутых или очевидных из текста и графических материалов. Все эти различные комбинации составляют различные альтернативные аспекты изобретения.

[71] Если контекст явным образом не указывает на иное, во всем описании и формуле изобретения слова «содержит», «содержащий» и т. п. должны толковаться во всеобъемлющем смысле, а не в исключительном или исчерпывающем смысле, то есть в смысле «включающий, без ограничения».

[72] При обсуждении элементов, содержащихся в горном инструменте, могут быть сделаны ссылки на их местоположения с использованием относительных местоположений, таких как дистальное или проксимальное местоположение, относительно друг друга или конкретного элемента. Соответственно, горный инструмент содержит «проксимальный» конец и «дистальный» конец относительно трубы для разработки, к которой он присоединен и которая ведет на поверхность. По этой причине проксимальный конец определяется как тот конец горного инструмента, который находится относительно близко к указанной трубе для разработки и, следовательно, к поверхности, при этом дистальным концом является тот конец горного инструмента, который сравнительно удален дальше от горного инструмента и таким образом во время работы вставлен дальше в ствол скважины. «Передний» и «задний» используются в аналогичных контекстах и определены как означающие одни и те же основные направления как «дистальный» и «проксимальный» соответственно.

[73] Аналогично, горный инструмент и его составляющие элементы могут также быть определены в соответствии с направлением потока флюидов, которые они направляют. В связи с этим местоположение «выше по потоку» или «ниже по потоку» и/или направление определяют относительно потоков флюидизирующего и движущего флюидов (как будет рассмотрено ниже), оба из которых направлены от уровня поверхности к горному инструменту для соответствующего выталкивания целевого пласта материала или в качестве движущего флюида для эжектора. По этой причине «выше по потоку» определяется как означающий положение или направление к оборудованию на уровне поверхности или ближе к нему через трубу для разработки. И наоборот, «вниз по потоку» используется в контексте положения или направления к наиболее удаленному местоположению ствола скважины или вблизи него, если смотреть от начала ствола скважины на уровне поверхности.

[74] Соответствующие аспекты изобретения будут описаны в контексте доступа к и разработки подземного пласта 10 ресурса минеральных песков, таких как рутил, ильменит или циркон, в геологических условиях, проиллюстрированных на фиг. 1 и 2. В качестве примера пласт 10 представляет собой продольный пласт по существу более длинный, чем его ширина или глубина. В качестве примера пласт 10 может, например, быть расположен на глубине около 70 м ниже поверхности 12 земли, быть на несколько километров длиннее и в среднем иметь 300 м в ширину и 5 м в высоту. Он погружен в водоносный горизонт, который проходит до уровня 14 грунтовых вод на расстоянии около 20 м ниже поверхности 12 земли.

[75] Доступ к подземному пласту 10 в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения осуществляют в последовательности операций, как описано ниже. На первом этапе используют наземное буровое оборудование, такое как буровая вышка, для бурения ствола скважины 20 от местоположения 18 на поверхности 12 земли в боковом направлении от пласта 10 ко второму местоположению 19 на противоположной стороне пласта 10. Ствол 20 скважины может, например, иметь диаметр в диапазоне от 400 до 450 мм. Направленное буровое оборудование с присоединенной к нему бурильной колонной направляют для того, чтобы начать ствол 20 скважины в по существу наклонном к горизонтальному направлению, по меньшей мере 15° , а затем огибают материал 9 земли вокруг пласта 10 до входа в проксимальную боковую границу 11a пласта 10 до противоположной, дистальной боковой границы 11b. Компоновка является такой, что удаленная секция 20b ствола скважины пересекает пласт 10 горизонтально или по существу горизонтально в местоположении около 0,5 м в среднем от подошвы 11c пласта, чтобы свести к минимуму разбавление от подошвы. Конечно, в другом контексте, где подошва пласта наклонена, ствол скважины будет пересекать пласт с соответствующим наклоном.

[76] Как проиллюстрировано на фиг. 2, выравнивание ствола 20 скважины является таким, чтобы удаленная секция 20b проходила наклонно к продольному выравниванию пласта 10 под углом, который обычно составляет около 13° . В результате этого данная секция проходит в пласт на расстояние до 600 м. Общая длина ствола скважины от местоположения 18 входа до местоположения 19 может составлять 1 км или более.

[77] Начальную секцию 20a ствола 20 скважины, при необходимости, обсаживают: в данном варианте осуществления устанавливают обсадную колонну и обозначают как 13. Обсадную колонну 13 обычно устанавливают во время процесса бурения: когда буровой инструмент достигает пласта 10, бурение прекращают и обсадную колонну 13 промывают над бурильной колонной до дистальной боковой границы 11a пласта. Затем бурение возобновляют.

[78] После того, как ствол скважины был пробурен и, при необходимости обсажен, горный инструмент 30 на головке присоединенной трубы 35 для разработки опускают в ствол скважины посредством подходящей буровой вышки, которая была переоснащена для работы с трубой 35 для разработки. Переоснащение включает в основном обеспечение вертлюга для разработки и штангодержателя для разработки для работы с трубой 35 для разработки, которая больше трубопроводов, обычно поднимаемых буровой вышкой.

Горный инструмент 30 и узел трубы для разработки опускают в ствол скважины до тех пор, пока горный инструмент 30 не достигнет местоположения 19 на дальней стороне 11b пласта 10.

[79] В первом варианте осуществления изобретения труба 35 для разработки известна как труба для разработки с тремя сердцевинами (3С) коаксиальной конструкции, имеющая центральный проход 32 и два окружающих кольцевых прохода 33 и 34. Труба для разработки поставляется сегментами, например, длиной от 6 до 12 метров, которые непрерывно добавляют в виде трубы, спускаемой в ствол скважины. Соединения сегментов являются резьбовыми, т. е. навинчиваемыми трубными соединениями, разработанными для минимизации потерь энергии и облегчения плавного изгиба трубы при ее перемещении в криволинейном стволе скважины.

[80] Оборудование на поверхности обычно выполнено с возможностью подачи флюида высокого давления, обычно воды, к соответствующим промежуточным и внешним кольцевым проходам 33 и 34 трубы и для извлечения пульпы из разрабатываемого материала из центрального прохода 32. Горный инструмент 30 изначально располагают с его дистальным или свободным концом, ближайшим, но отведенным от дистальной боковой границы 11b пласта, готовым к началу разработки. Центральный проход 32 имеет размер, чтобы поддерживать требуемую минимальную скорость транспортировки пульпы для минимизации оседания частиц в трубопроводе.

[81] Со ссылкой на фиг. 3–10 будет описан горный инструмент 30, сконфигурированный в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения.

[82] Как показано на фиг. 3, горный инструмент выполнен в модульном виде, содержащем по меньшей мере пару соединенных модулей 60, 62. Модуль 60 эжектора выполнен с возможностью соединения с концом трубы 35 для разработки с одного конца посредством низкопрофильного модуля 35а адаптера и на его противоположном конце с задним концом модуля 62 флюидизации или разработки. Одно или более флюидизирующих сопел 42, 43, 44, расположенных на модуле 62 форсунок для флюидизации, расположенном в направлении дистального или расположенного вниз по потоку конца указанного горного инструмента относительно компоновки эжектора, содержащей модуль 60 эжектора, который расположен по направлению к проксимальному или расположенному вверх по потоку концу инструмента 30.

[83] Как более понятно показано на фиг. 8, в альтернативном варианте осуществления модули 60 и 62 могут быть аксиальными и соединенными с возможностью переноса текучей среды через удлинительный корпус 63, расположенный между ними. Такой удлинительный корпус (любой длины) позволяет регулировать расстояние между указанными соплами и узлом 69 эжектора (фиг. 6, описано ниже) путем увеличения длины первой напорной камеры 66 (описана ниже).

[84] Фронтальный конец модуля 62 для флюидизации может быть закрыт или установлен на носовом конусе 64. Снова со ссылкой на фиг. 8, на передней заостренной поверхности 64а носового конуса 64 могут быть обеспечены гребни 64b лопастного долота. Гребни 64b лопастного долота содержат множество передних кромок, выступающих из заостренной передней поверхности, выполненной с возможностью эффективно разделять и пропускать флюиды к сторонам указанного горного инструмента. В вариантах осуществления, в которых предложены гребни 64b лопастного долота, сопротивление флюиду снижается при введении указанного горного инструмента в ствол скважины.

[85] Все три модуля обычно содержат основной трубчатый износостойкий внешний корпус 60а, 62а, 64а по существу одинакового диаметра, такого чтобы они обеспечивали ровный цилиндрический профиль при коаксиальной сборке. Модули могут быть соединены с использованием конструкции зажимного конуса / замкового кольца, резьбовой скручиваемой конструкции и/или фланцевой конструкции на болтах. Каждое соединение выполнено водонепроницаемым с использованием кольцевых прокладок, вставленных между каждым модулем.

[86] Как показано на фиг. 8, 9 и 10, модуль 62 для флюидизации обеспечен внутренней напорной камерой 66, ограниченной внутренней цилиндрической поверхностью 62b корпуса 62а. При использовании в напорную камеру 66 подается флюид высокого давления из трубы 35 для разработки через модуль 60 эжектора (описан ниже). Флюид для флюидизации высокого давления, например вода, проходит из кольцевого прохода 34 в трубу для разработки через первый крайний снаружи канал 34' в модуль 60 эжектора (см. фиг. 6) и через кольцевую компоновку трубчатых портов 34'' (см. фиг. 7) в блок 60b пересечения в напорную камеру 66.

[87] Со ссылкой на фиг. 8, 9 и 10, флюидизирующие промывочные сопла 42, 43, 44 установлены и питаются флюидом в напорной камере 66. Предпочтительно, каждое из

сопел содержит модульный блок сопла, установленный на основной части первой напорной камеры 66 таким образом, что их можно легко заменить или отремонтировать.

[88] При этом промывочные сопла могут быть расположены в любой требуемой конфигурации или компоновке, причем сопла предпочтительно расположены в диагональной схеме расположения в продольно расположенных местоположениях. В одном варианте осуществления центральное сопло 43 направлено по существу вертикально с другими соплами 42, 44, расположенными спереди и сзади относительно расположенного по центру сопла 43. Передние и задние сопла 42, 44 выполнены с возможностью расположения по существу сбоку от инструмента.

[89] Также следует отметить, что в показанном варианте осуществления все сопла по существу расположены на оси модуля 62 для флюидизации или выше нее (например см. фиг. 10). Соответственно компоновка сопел может быть расположена на полукруглой поверхности горного инструмента так, чтобы совместно направлять струи флюида высокого давления с приблизительно 180° размахом над инструментом. Данный размах струй может, при необходимости, быть под углом немного больше 180° так, чтобы получить небольшую часть, направленную наружу и вниз относительно горизонтальной плоскости указанного инструмента. По этой причине указанные сопла могут быть расположены на поверхности горного инструмента, чтобы направлять струи флюида высокого давления под множеством углов относительно друг друга, каждый в диапазоне от 0 до 100 градусов. В качестве альтернативы, сопла могут также быть расположены так, чтобы направлять струи флюида высокого давления в виде веера менее 180 градусов таким образом, что струи находятся под углом немного вверх от горизонтальной поверхности горного инструмента, т. е. сопла расположены под углом от 0 до 100 градусов относительно друг друга.

[90] На фиг. 9 проиллюстрированы боковые сопла 42 и 44, продольно расположенные относительно центрального направленного вверх сопла 43, и расположенные на по существу противоположных сторонах по существу трубчатого горного инструмента. Как показано на фиг. 10, противоположные сопла 42 и 44 предпочтительно оба расположены на горном инструменте под углом около 70 градусов от центрального сопла 43 таким образом, что компоновка сопел совместно направляет струи 41 флюида высокого давления размахом приблизительно 140 градусов над горным инструментом.

[91] Сопла 42,43,44 обычно также являются регулируемыми для направления струй флюида отчасти вперед или назад относительно оси инструмента. Это может быть выполнено путем физической замены блоков сопел с разными углами выброса струй флюида или путем установки блоков сопел, в которых направление струи регулируют посредством удаленного управления. В соответствии с рядом факторов, таких как концентрация захваченных твердых частиц, требуемая скорость потока, характеристики материала и профиль забоя, углы сопел можно регулировать для направления флюидизированной струи от 0 до 40 градусов к передней или задней части горного инструмента относительно продольной оси инструмента. Сопла 42, 43 и 44, показанные на фиг. 9, предпочтительно расположены под углом около 20 градусов по направлению к задней части горного инструмента.

[92] Со ссылкой на фиг. 4, 5 и 6, модуль 60 эжектора действует для извлечения или возврата материала, отделенного от пласта, как будет описано ниже. Модуль эжектора имеет корпус 60а, промежуточную трубу 61 и центральный трубчатый канал 32. Между указанным корпусом 60а и трубой 61 выполнен кольцевой проходной канал или канал 34'. Аналогично, между промежуточной трубой 61 и центральным трубчатым каналом 32 выполнен кольцевой проходной канал или канал 33'.

[93] Кроме того, можно увидеть, что после отсоединения модуля 60 от модуля 62 для флюидизации значительно облегчается доступ к его содержимому, называемому трубами 61 и 32 и, следовательно, к узлу 69 эжектора для обслуживания, модификации, замены и т. д.

[94] Внутри модуля 60 эжектора расположен узел 69 эжектора, содержащий узел 72 распылителя, горловину 73 распылителя и движущее сопло 70 для формирования аксиально симметричной компоновки эжектора, причем вход 73а горловины распылителя расположен ниже по потоку от движущего сопла 10 (в данном случае вниз по потоку является направлением к проксимальному концу инструмента), и суживающуюся часть 73b распылителя и камеру 48 всасывания, расположенную около задней конической части 67а второй напорной камеры 67, которая заканчивается в сопле 70.

[95] Движущее сопло 70 подает движущий флюид под давлением, такой как вода, через кольцевой канал 33' и порты 33". Данный флюид подается из трубы 35 для разработки (не показана), проходит вдоль проходного канала 33' через порт 33" в напорную камеру 67 и в движущее сопло 70. Данный движущий флюид для узла 72 распылителя создает объем низкого давления внутри камеры 48 всасывания, как известно

опытным специалистам. Впускные порты 71 обеспечены на любой стороне модуля 60 эжектора, откуда может поступать разрабатываемый материал в узел 69 эжектора в виде пульпы, которая является смесью материала частиц, захваченных в грунтовых водах, и флюида для образования дисперсии, который выпускается из форсунок 42, 43 и 44 для флюидизации. Данную пульпу затем направляют через узел 72 распылителя и, следовательно, в и вдоль прохода 32 посредством движущей струи эжектора, выпускаемой движущей насадкой 70, расположенной непосредственно выше по потоку от точки минимального ограничения входа 73а горловины распылителя узла 72 распылителя.

[96] В традиционных системах разработки в стволе скважины обычно требуется иметь средства извлечения/возврата на дистальном или свободном конце горного инструмента и чтобы соединения с возможностью переноса текучей среды с форсунками для разработки или флюидизации были довольно простыми. Трубопроводы обычно направляют трубопроводы для флюида к каждой форсунке для флюидизации/разработки. Однако, поскольку настоящее изобретение предлагает разместить промывочные сопла 42,43,44 по направлению к дистальному концу устройства, причем система для извлечения/эжектора расположена по направлению к проксимальному концу, невозможно или нежелательно иметь такую «один к одному» систему подачи флюида.

[97] Следует отметить, что кольцевые проходные каналы 34' и 33' вместе с цилиндрическими или трубчатыми портами 33'' и 34'' блока 60b пересечения в модуле 60 эжектора имеют форму для прохождения между и около внутренней структуры модуля, которая образована портами 71 и камерой 48 всасывания. Предпочтительно, порты 33'' и 34'' обеспечены в виде кластеров, расположенных дугообразно вокруг расположенной горизонтально и вбок камеры 48 всасывания.

[98] Как показано на фиг. 7, трубчатые порты 34'' предпочтительно расположены в двух дугообразных кластерах вокруг камеры 48 всасывания модуля 60 эжектора для подачи флюида из кольцевого проходного канала 34' к напорной камере 66. От напорной камеры данный флюид подается во множество флюидизирующих промывочных сопел. Как описано ниже, предпочтительно три флюидизирующих промывочных сопла 42, 43, 44 расположены в указанной напорной камере 66 и направлены наружу корпуса 62а для отделения минералов в массивном месторождении.

[99] Подобным образом трубчатые порты 33'' подают флюид из кольцевого проходного канала 33' в меньшую вторую напорную камеру 67. Как показано на фиг. 6, направляющая перегородка 68 может быть обеспечена на переднем конце модуля 60

эжектора, тем самым определяя герметичную границу между задней меньшей второй напорной камерой 67 для движущего сопла 70, описанного ранее, и большей передней напорной камерой 66 для флюидизирующих промывочных сопел 42, 43, 44. Вторая напорная камера 67 выполнена с возможностью приема потока флюида из второго или промежуточного проходного канала 33 трубы для разработки через соответствующий кольцевой проходной канал 33' модуля 60 эжектора и трубчатые порты 33'' блока 60b пересечения.

[100] Как показано на фиг. 7 проходной канал 33' предпочтительно содержит два дугообразных кластера труб, расположенных между камерой 48 всасывания и трубчатыми портами 34', направляющими поток флюида вокруг указанной камеры. Данный поток флюида разделяется и отделяется от подаваемого к указанной первой напорной камере 66 через кольцевой проход 34 таким образом, что давления флюида и скорости потока можно регулировать в соответствии с требованиями для любого из флюидизирующих промывочных сопел и/или эжектора.

[101] Теперь будет рассмотрена работа горного инструмента.

[102] Модули 60, 62 и 64 коаксиально соединены друг с другом, а затем с трубой для разработки. Устройство располагают в стволе скважины и подают флюид под давлением к форсункам для флюидизации/разработки и эжектору, как описано выше. Как скорость потока флюида для флюидизации, так и скорость потока движущего флюида постепенно повышают до рабочих скоростей потоков и давлений. Как только достигается рабочие скорость потока и давление промывочные сопла 42, 43 и 44 начинают испускать струи для флюидизации, которые отделяют полукруглую зону или размах материала пласта в то время, как горный инструмент вытягивают назад через пласт к поверхности земли. Предпочтительно разделение выполняют как процесс флюидизации вместо процесса фрезерования, добываясь этого меньшим количеством сопел большого объема вместо большого количества меньших сопел. Чтобы достичь равномерного флюидизации прилегающего материала пласта, каждое сопло выполнено с возможностью направления струи флюида высокого давления, достаточной для флюидизации материала целевого пласта, образуя полукруглый «перевернутый конус», преобразованного в суспензию материала, протекающего вблизи горного инструмента. При этом давление флюида, требуемое для отделения указанного целевого материала будет зависеть от нескольких эксплуатационных факторов, таких как тип минерала, длина пласта и давление в стволе скважины, для минеральных песков, которые являются целевыми в данном изобретении,

требуются давления струй от 100 до 140 бар (от 10 000 до 14 000 кПа). Предпочтительно, сопла выполнены с возможностью направлять струи флюида при приблизительно 120 бар.

[103] Указанное выше давление струи флюида может быть дополнительно оптимизировано для разрабатываемого минерального материала, формы пласта и/или требуемой скорости потока путем регулировки внешнего диаметра каждого сопла. Скорость испускания и, следовательно энергия удара, струи флюида может быть увеличена путем уменьшения указанных диаметров, что приводит к улучшению резания материала пласта, примыкающего к регулируемому соплу. И наоборот, если предпочтительно флюидизация пласта, сравнительно больший диаметр сопла используется для обеспечения увеличения скорости потока, флюидизации частиц и потока материала под землей. По этой причине стратегическая замена сопел с различными диаметрами может содействовать выталкиванию целевого материала путем обеспечения потока флюида с соответствующим сочетанием характеристик резания и/или флюидизации для увеличения до максимума общего потока материала и отделения внутри пласта. Соответственно сопла, расположенные на горном инструменте могут иметь внешний диаметр в диапазоне от 5 до 40 мм. Предпочтительно сопла, имеющие внешний диаметр от 8 до 20 мм расположены вдоль горного инструмента для увеличения до максимума флюидизации и извлечения. В предпочтительной конфигурации сопла 42, 44, расположенные на боковой поверхности горного инструмента больше центрального расположенного вертикально сопла 43. В одном конкретном варианте осуществления боковые сопла имеют диаметр приблизительно 14 мм, а центральное сопло имеет диаметр приблизительно 8 мм.

[104] Отделенный материал, полученный из струй флюида для резания и/или флюидизации, падает в так называемую зону 46 захвата относительно низкого давления на любой стороне модуля 60 эжектора, прилегающего к одному или более впускных портов 71 на удаленной от центра области корпуса 60а. Отделенный материал смешивается и захватывается грунтовыми водами и/или нагнетаемым флюидом высокого давления, в то время как он упадет в данную зону захвата низкого давления.

[105] В качестве дополнения и альтернативы, струи флюида для флюидизации направляют в пласт, чтобы вызвать по существу флюидизацию материала прилегающего пласта. Флюидизированный материал течет внутрь пласта к зоне захвата, откуда ее собирают и возвращают в виде пульпы через один или более впускных портов 71.

[106] Кроме того, потеря целостности пласта, вызванная выталкиванием и извлечением указанного материала пласта способствует дальнейшей эрозии или частичному обрушению окружающего материала, вызывая дальнейшую флюидизацию целевого пласта. Вместе или порознь вышеприведенные характеристики пласта могут использоваться для содействия выталкиванию и по существу извлечению материала целевого пласта, используя устройство и способ по данному изобретению.

[107] Полученную пульпу, содержащую частицы материала, высвобожденные из пласта, собирают из зоны 46 захвата через один или более впускных портов 71 в модуле 60 эжектора, откуда он проходит в камеру 48 всасывания, которая сообщается с центральным проходом 32 трубы 35 для разработки и модулем 35а адаптера через распылитель 72, содержащий горловину 73 распылителя. Там может быть впускной порт или порты 71 на противоположных сторонах инструмента или в разных угловых положениях, и/или один впускной порт 71 на верхней поверхности корпуса 60а. В некоторых вариантах осуществления эти порты расположены по существу на одном уровне с осью устройства или вертикальными нижними положениями вокруг горного инструмента, по сравнению с компоновкой сопел для того, чтобы эффективно принимать пульпу, образованную с помощью флюидизации материала пласта. В предпочтительном варианте осуществления, в котором компоновка сопел выполнена с возможностью направления флюида для флюидизации с размахом в 140 градусов над инструментом, два боковых впускных порта 71 расположены на противоположных боковых сторонах корпуса 60а.

[108] Данный процесс флюидизации материала пласта с последующим захватом и транспортировкой к поверхности в виде пульпы продолжается, по мере того как горный инструмент вытягивают из ствола скважины. Промывочные сопла 42, 43, 44 отделяют и флюидизируют материал из пласта, что приводит к захвату и смешиванию как с водой из флюидизирующих сопел, так и грунтовыми водами, откуда его извлекают/собирают с помощью модуля 60 эжектора и возвращают на поверхность.

[109] Однако, следует отметить, что один или более впускных портов 71 и узел 60 эжектора расположены в направлении к проксимальному концу устройства. Это совершенно нелогично. Наличие средства для извлечения по существу выше по потоку от флюидизирующих и/или режущих струй будет выглядеть неэффективно. Но авторы изобретения пришли к удачному и эффективному способу и конструкции, которая не только работает по меньшей мере также хорошо как системы предшествующего уровня

техники, но , как описано выше, обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными системами.

[110] Существует несколько факторов, которые рассматривают и взвешивают для определения оптимального расстояния компоновки эжектора от флюидизирующих и/или режущих сопел в проксимальном/выше по потоку направлении. Такие факторы включают, без ограничения, количество впускных портов и конфигурацию, давление флюида в сопле, концентрацию захваченных твердых частиц, геометрию забоя, размер горного инструмента и давление всасывания, создаваемое скоростью потока движущего флюида, и обратное давление. Соответственно в одном или более впускных портов для камеры всасывания может быть расположено от одного или более сопел в проксимальном или выше по потоку направлении на расстоянии в диапазоне от 0 до 5 метров. Предпочтительно они расположены на расстоянии от 1 до 4 метров друг от друга. Более предпочтительно один или более впускных портов эжектора расположены на расстоянии от 1 до 2 м от центрального вертикального сопла диагонально расположенной компоновки сопел и наиболее предпочтительно на расстоянии 1,5 метра.

[111] Данные один или более впускных портов 71 могут также содержать соответственно решетчатую или сетчатую структуры, которые выполнены с возможностью обеспечения достаточного давления всасывания по всей камере 48 всасывания, и распылитель 72 для механизма эжектора, при этом также контролируя размеры захваченных частиц разрабатываемого материала, поступивших в модуль эжектора для подъема на уровень земли. Соответственно данные решетчатые или сетчатые структуры обычно предназначены для обеспечения определенной скорости потока пульпы в модуле эжектора для любой концентрации данных твердых веществ, требуемой скорости потока извлечения и размера частиц. По этой причине скорость потока целевой пульпы для данных решетчатых или сетчатых структур может находиться в диапазоне от 50 до 500 м³/ч, предпочтительно от 100 до 300 м³/ч. В конкретных условиях эксплуатации решетчатая или сетчатая структура 74 имеет размер для обеспечения скорости потока пульпы около 175 м³/ч для создания внутри камеры всасывания давления всасывания около 6 бар.

[112] В дополнение к вышесказанному решетчатая или сетчатая структура также предназначена для контроля размера захваченного пульпой материала пласта, проходящего в компоновку эжектора. Контроль размера частиц в виде диаметра частиц является важным для обеспечения поддержания скорости частиц через трубу для

разработки между горным инструментом и поверхностью земли. Путем поддержания достаточной скорости частиц можно предотвратить осаждение и засорения внутри трубы для разработки. Соответственно решетчатая или сетчатая структура предназначена для обеспечения суспензий, содержащих частицы диаметром от 20 до 99% по существу самого узкого места прохода для извлечения на уровень земли, а именно диаметром входа 73а горловины и горловины 73 распылителя, содержащей узел 69 эжектора.

[113] Для достижения вышеуказанных эксплуатационных параметров соответственно адаптируют решетчатую или сетчатую структуру. Диапазон конфигураций решетки, которые можно использовать, включает, без ограничений, решетки из полос, перфорированные решетки, прямоугольные решетки и сетчатый фильтр из проволоки. Материал, используемый для указанной решетчатой или сетчатой структуры адаптирован для абразивных условий эксплуатации горного инструмента. Соответственно используемый материал включает, без ограничений, износостойкие сплавы металлов, такие как высокоуглеродистая износостойкая (AR) сталь, керамические материалы, например бориды металлов, нитриды или карбиды и/или конструкционные металлы, покрытые указанными керамическими материалами.

[114] Для достижения требуемых эксплуатационных параметров тщательно оптимизируют количество, размер и форму перфораций. По этой причине количество отверстий может находиться в диапазоне от 2 до 300 с размерами отверстий в диапазоне от 100 до 10 мм по диагонали. В одном предпочтительном варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 4 и 5, один или более впускных портов 71 содержит решетку 74 из карбида вольфрама с шестью круглыми сквозными отверстиями 75. Предпочтительно эти сквозные отверстия имеют диаметр 43 мм.

[115] Материал частиц, захваченный в грунтовых водах и распыленный флюидизированный флюид направляется в виде пульпы через узел 72 распылителя и, следовательно, в и вдоль прохода 32 посредством движущей струи эжектора, выпускаемой движущей насадкой 70, непосредственно выше по потоку от точки минимального ограничения входа 73а горловины горловины 73 распылителя.

[116] Следует отметить, что продольные трубчатые проходы 33' и цилиндрические трубы 34'' модуля 60 эжектора имеют форму для прохождения между и около внутренней структуры модуля, которая образована впускными портами 71 и камерой 48 всасывания. Предпочтительно, трубы образуют два таких кластера, расположенных дугообразно вокруг расположенной горизонтально и вбок камеры 48 всасывания.

[117] Узел 72 эжектора, горловина 73 распылителя и движущее сопло 70 представляют собой аксиально симметричный узел 69 эжектора, причем вход 73а горловины распылителя расположен ниже по потоку от движущего сопла 70, и суживающуюся часть 73b распылителя и камеру 48 всасывания, расположенную около задней конической части 67а второй напорной камеры 67, которая заканчивается в сопле 70.

[118] В предпочтительном варианте осуществления флюидизирующий флюид в виде воды высокого давления подается в первую напорную камеру 66 по кольцевому проходу 34 трубы 35 для разработки и модулю адаптера, затем по кольцевому проходу 34' и трубчатым проходам 34'' модуля 60 эжектора. Из первой напорной камеры 66 вода высокого давления используется для приведения в действие промывочных сопел 42, 43, 44, при этом разделенный и отделенный поток движущего флюида, подаваемый из промежуточного прохода 33 трубы 35 для разработки через кольцевой проход 33' и трубчатые проходы 33'' модуля эжектора используется для приведения в действие узла 69 эжектора внутри модуля 60 эжектора.

[119] Различные аспекты компоновки эжектора, включающие скорости потока движущего флюида через проходы 33' и 33'', характеристики движущего сопла и распылителя оптимизируют для эффективного и экономичного извлечения разрабатываемого материала на значительное расстояние и высоту под землей. Для давления подачи флюидизированной воды в диапазоне от 80 до 140 бар (от 8000 до 14 000 кПа) конфигурация эжектора может быть оптимизирована для подачи пульпы разработанного материала рутила, ильменита и/или циркона обратно к вертлюгу на поверхности земли, до 500–1000 м с увеличением высоты по вертикали 70 м, при скорости потока от 200 до 400 м³/ч. Такая конфигурация является высокоэффективной для достижения экономически доступного извлечения тяжелых минеральных песков из подземных пластов.

[120] Секция 79 куполообразной головки носового конуса 64 закрывает первую напорную камеру 66 на дистальной стороне узла сопла и образует перегородку для герметизации модуля 62 форсунки для флюидизации и соединения заднего конца носового конуса 64. Носовой конус 64 может содержать прибор для определения поперечной ориентации горного инструмента и множество гидролокационных датчиков 80, которые обеспечивают средство для получения измерений, или «видения», формы и объема, а также формы поверхности, полости или забоя для обеспечения возможности для

горнодобывающего оператора «видеть» ствол скважины и таким образом настраивать горный инструмент и узел в целом для достижения лучшего эффекта, максимально приближенно к реальному времени. Данные приборы предпочтительно передают данные операторам на поверхности посредством соответствующих приемопередающих устройств и беспроводных технологий, модульной системы, установленной с помощью болтов в трубе для разработки.

[121] Со ссылкой на фиг. 11, в то время как струи 41 для разработки, выпускаемые соплами, отделяют материал пласта около горного инструмента, а частицы подаются в виде пульпы по центральному проходу 32 трубы, труба 35 для разработки и присоединенный горный инструмент 30 медленно и равномерно вытягивают обратно к местоположению 18 на поверхности для того, чтобы подвергнуть свежий материал 10а пласта действию струй и постепенно вытянуть полость забоя 45 внутри пласта.

[122] Горный инструмент вытягивают к поверхности земли со скоростью, которая уравнивается волюметрической скоростью потока флюидизированного флюида и концентрацией твердых веществ в извлеченной пульпы. Соответственно скорость вытягивания может находиться в диапазоне от 0,1 до 10 метров в час и ее можно регулировать в зависимости от информации, включающей, без ограничения, данные телеметрии профиля забоя от модуля датчиков и концентрации твердых веществ в извлеченной пульпы. Горный инструмент предпочтительно вытягивают со скоростью в диапазоне от 1 до 3 м/ч или даже больше, предпочтительно при 1,5 м/ч.

[123] После того, как был определен профиль забоя, оптимизируют скорость вытягивания для обеспечения того, что порты, определенные захватом флюида для компоновки эжектора не перекрываются или блокируются материалом пласта и, следовательно, свободны от любых преград, препятствующих сбору и извлечению захваченной пульпы. Как показано на фиг. 11, камера 48 всасывания продольно выровнена с движущим соплом 70 эжектора, расположенным в положении ниже по потоку разрабатываемого края забоя 45. В результате зона 46 захвата низкого давления остается чистой от еще не вытесненного материала пласта, позволяя непрерывно подавать разработанную пульпу в эжектор. В случае непрерывной операции разработки скорость вытягивания, угол сопла и давление флюида регулируют для поддержания данного переднего положения портов эжектора относительно края забоя.

[124] В обычной полномасштабной операции разработки проиллюстрированная конфигурация разработки будет одной из множества или нескольких таких конфигураций,

расположенных параллельно посредством которых извлекают материал из ряда проходящих наклонно забоев, разнесенных друг от друга в продольном направлении пласта. Каждый забой может иметь ширину от 6 до 20 м, например ширину 10–15 м и высоту 3–5 м. Считается, что предпочтительно располагать соответствующие стволы скважины таким образом, чтобы расстояние было больше кавитационной способности горного инструмента, чтобы оставить узкие проходящие продольно целики (например, шириной 1 м) между забоями. Это обеспечивает лучшее управление и контроль материалов, разрабатываемых из каждого забоя.

[125] Когда из забоя извлекают все полезные ископаемые, соответствующий горный инструмент и связанную с ним трубу для разработки вытягивают из ствола скважины и переносят во вновь пробуренный ствол скважины за пределами самого последнего из оборудованных. Только освободившийся ствол скважины можно использовать с помощью подходящего оборудования для заполнения ствола скважины разработанной полости, например не представляющим ценности материалом или неиспользованным грунтом, т. е. концевыми фракциями, отделенными раньше от разработанной ранее ценной руды.

Специалисты в данной области техники поймут, что изобретение, описанное в настоящем документе, подвержено вариациям и модификациям, отличным от описанных конкретно. Понимается, что изобретение включает все такие вариации и модификации, которые соответствуют сущности и объему настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Горный инструмент для разработки подземного пласта материала посредством соединения трубной конструкции, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем трубная конструкция имеет по меньшей мере первый и второй проход для отдельной доставки флюида высокого давления к горному инструменту, а также третий проход для извлечения пульпы, содержащей разрабатываемый материал, причем горный инструмент содержит:

напорную камеру, соединенную и выполненную с возможностью приема флюида высокого давления из первого прохода трубной конструкции,

одно или более флюидизирующих промывочных сопел, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой и выполненных для выталкивания с помощью указанного флюида высокого давления материала пласта, примыкающего к инструменту, и

компоновку эжектора, выполненную с возможностью извлечения и захвата указанного разрабатываемого материала в указанный поток флюида высокого давления, подаваемый посредством второго прохода, для возврата указанного материала в виде пульпы по указанному третьему проходу,

причем указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены дистально относительно указанной трубной конструкции, а указанная компоновка эжектора расположена проксимально относительно указанной трубной конструкции,

таким образом, что при использовании указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел выталкивают указанный материал, а указанная компоновка эжектора извлекает указанную пульпу в указанном проксимальном положении относительно трубной конструкции, при этом указанный горный инструмент непрерывно вытаскивают к поверхности земли вдоль указанного ствола скважины.

2. Горный инструмент по п. 1, отличающийся тем, что указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от по меньшей мере 0 до 3 м от указанной компоновки эжектора.

3. Горный инструмент по п. 2, отличающийся тем, что указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от 1 до 2 м от указанной компоновки эжектора.
4. Горный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что расположен вдоль горизонтального или вертикального ствола скважины.
5. Горный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что одно или более отверстий, обеспечивающих соединение по текучей среде между указанной компоновкой эжектора и указанным стволом скважины содержат решетчатые или сетчатые структуры для контроля давления проходящей через них пульпы и/или контроля размеров фрагментов указанного материала в указанной пульпе.
6. Горный инструмент по п. 5, отличающийся тем, что содержит два указанных отверстия, расположенных на противоположных поверхностях горного инструмента.
7. Горный инструмент по п. 6, отличающийся тем, что указанные два отверстия, расположенных друг напротив друга, при использовании представляют собой вертикальный уровень.
8. Горный инструмент по любому из пп. 5–7, отличающийся тем, что указанные решетчатые или сетчатые структуры выполнены с возможностью поддержания давления всасывания пульпы от 400 до 800 кПа.
9. Горный инструмент по п. 8, отличающийся тем, что указанные решетчатые или сетчатые структуры выполнены с возможностью поддержания давления всасывания пульпы 600 кПа.
10. Способ разработки подземного пласта материала, включающий соединение горного инструмента с трубной конструкцией, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, причем трубная конструкция имеет по меньшей мере первый и второй проход для отдельной доставки флюида высокого давления к указанному горному инструменту, а также третий проход для извлечения пульпы, содержащей разрабатываемый материал, причем указанный горный инструмент содержит:

напорную камеру, соединенную с первым проходом трубной конструкции и принимающую из него флюид высокого давления;

одно или более флюидизирующих промывочных сопел, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой и направляющих указанный флюид высокого давления для выталкивания материала пласта, примыкающего к указанному горному инструменту; и

компоновку эжектора, извлекающую и захватывающую указанный разрабатываемый материал в указанный поток флюида высокого давления, подаваемый посредством второго прохода, возвращающего указанный материал в виде пульпы по указанному третьему проходу,

причем указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены дистально относительно указанной трубной конструкции, а указанная компоновка эжектора проксимально расположена относительно указанной трубной конструкции,

причем указанный горный инструмент непрерывно вытаскивают к поверхности земли вдоль указанного ствола скважины, при этом флюид подают к указанному одному или более флюидизирующих промывочным соплам и указанной компоновке эжектора таким образом, что указанный материал выталкивается из указанного пласта и извлекается в виде пульпы через указанную расположенную проксимально компоновку эжектора.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что указанный материал, примыкающий к указанному инструменту выталкивается флюидом высокого давления, направленным указанным одним или более флюидизирующих промывочных сопел, расположенных на расстоянии от по меньшей мере 0 до 3 м от указанной компоновки эжектора.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что указанное одно или более флюидизирующих промывочных сопел расположены на расстоянии от 1 до 2 м от указанной компоновки эжектора.

13. Способ по любому из пп. 10–12, отличающийся тем, что указанный подземный пласт материала разрабатывают посредством указанного горного инструмента, расположенного вдоль горизонтального или по существу горизонтального ствола скважины.

14. Способ по любому из пп. 10–13, отличающийся тем, что давление пульпы и/или размеры фрагментов указанного материала, извлеченного в указанную компоновку эжектора контролируется решетчатыми или сетчатыми структурами, содержащими одно

или более отверстий, обеспечивающих соединение с возможностью переноса текучей среды между указанной компоновкой эжектора и указанным стволом скважины.

15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что указанную пульпу извлекают через два указанных отверстия, расположенных на противоположных поверхностях указанного горного инструмента.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что указанный горный инструмент ориентируют таким образом, что указанные два отверстия, расположенных друг напротив друга, представляют собой вертикальный уровень.

17. Способ по любому из пп. 14–16, отличающийся тем, что указанные решетчатые или сетчатые структуры поддерживают указанное давление всасывания пульпы от 400 до 800 кПа.

18. Способ по п. 17, отличающийся тем, что указанные решетчатые или сетчатые структуры поддерживают давление всасывания пульпы при 600 кПа.

19. Горный инструмент для разработки подземного пласта материала, содержащий множество флюидизирующих промывочных сопел, расположенных в одной или более из следующих конфигураций:

в которой центральное флюидизирующее промывочное сопло (А) и одно или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (В) расположены вокруг указанного горного инструмента таким образом, что каждое из них направляет выталкиваемый поток флюида под углом до 100 градусов относительно друг друга;

в которой одно или более флюидизирующих промывочных сопел (В) расположены в продольно дистальном или проксимальном положении вдоль указанного горного инструмента относительно указанного центрального флюидизирующего промывочного сопла (А);

в которой каждое указанное множество флюидизирующих промывочных сопел выполнено с возможностью направлять указанные выталкиваемые потоки флюида к указанному материалу, примыкающему к продольным передней части и задней части указанного горного инструмента; и

в которой центральное флюидизирующее промывочное сопло (А) и одно или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (В) имеют разные диаметры промывочных сопел,

таким образом, что при использовании указанное множество флюидизирующих промывочных сопел выталкивают и разделяют подземный пласт материала, примыкающий к указанному горному инструменту.

20. Горный инструмент по п. 19, отличающийся тем, что два флюидизирующих промывочных сопла (В) расположены вокруг указанного горного инструмента таким образом, что каждое из них направляет выталкиваемый поток флюида под углом 70 градусов относительно потока, направляемого указанным центральным флюидизирующим соплом (А).

21. Горный инструмент по п. 19 и 20, отличающийся тем, что два боковых флюидизирующих промывочных сопла (В) расположены вокруг указанного центрального флюидизирующего промывочного сопла (В) таким образом, чтобы совместно образовывать продольно разнесенную диагональную схему расположения сопел, выполненную с возможностью направлять выталкиваемый поток флюида под углом 180 градусов вокруг указанного горного инструмента.

22. Горный инструмент по любому из пп. 19–21, отличающийся тем, что указанное центральное флюидизирующее промывочное сопло (А) имеет меньший диаметр выпускного отверстия сопла по сравнению с указанным одним или более боковых флюидизирующих промывочных сопел (В).

23. Горный инструмент для разработки подземного пласта материала посредством соединенной с трубной конструкцией, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, содержащий:

внешний корпус,

напорную камеру внутри корпуса, соединенную и выполненную с возможностью приема разрабатываемого флюида из первого прохода трубной конструкции,

одно или более промывочных сопел для флюида, соединенных с возможностью переноса текучей среды с указанной напорной камерой для выталкивания с помощью указанного разрабатываемого флюида материала пласта, примыкающего к инструменту, и

компоновку эжектора, размещенную внутри указанного корпуса, расположенную на расстоянии от указанного одного или более промывочных сопел для флюида и изолированную по текучей среде от них, причем указанная компоновка эжектора выполнена с возможностью приема движущего флюида из второго прохода трубной конструкции и извлечения указанного разрабатываемого материала и возвращения его в виде пульпы по третьему проходу трубной конструкции;

причем указанный корпус ограничивает собой первый, второй и третий по существу проходящие продольно каналы для флюида, соединенные с возможностью переноса текучей среды с соответствующими проходами указанной трубной конструкции к указанному одному или более промывочных сопел для флюида и указанной компоновке эжектора,

посредством которого указанный корпус обеспечивает первый канал для подачи разрабатываемого флюида к указанному одному или более промывочных сопел для флюида, второй канал для подачи движущего флюида к указанной компоновке эжектора и третий канал для возврата разрабатываемого материала в виде пульпы к указанной трубной конструкции,

причем указанный корпус выполнен с возможностью изолирования по текучей среде разрабатываемого и движущего флюидов до доставки к напорной камере и компоновке эжектора соответственно.

24. Горный инструмент по п. 23, отличающийся тем, что по меньшей мере указанный первый и второй проходы обеспечены кольцевыми каналами, проходящими вдоль по меньшей мере части длины корпуса.

25. Горный инструмент по п. 24, отличающийся тем, что указанные кольцевые каналы выполнены как вложенная компоновка с указанным первым и вторым кольцевыми каналами, которые являются по существу коаксиальными и имеют разный радиус, вложенными друг в друга, и указанным третьим по существу трубчатым каналом, который обеспечивает коаксиальную и радиальную внутреннюю часть указанного первого и второго каналов.

26. Горный инструмент по п. 24 и 25, отличающийся тем, что указанная компоновка эжектора также предпочтительно расположена внутри указанного третьего канала и по существу коаксиальна с ним.

27. Горный инструмент по любому из пп. 24–26, отличающийся тем, что указанный первый и второй кольцевые каналы могут быть непрерывными или выполненными в виде кольцевой компоновки трубчатых каналов.

28. Горный инструмент по любому из пп. 23–27, отличающийся тем, что указанный корпус обеспечен двумя частями: частью сопел, ограничивающей собой указанную напорную камеру и вмещающей указанные одно или более промывочных сопел, и частью эжектора, вмещающей указанную компоновку эжектора и ограничивающей собой впускные отверстия эжектора для возвращения и подачи указанной пульпы к указанной компоновке эжектора, указанному первому, второму и третьему проходам, которые выполнены в указанной части эжектора, причем по меньшей мере указанный первый проходной канал выполнен в указанной части сопел, указанные части эжектора и сопел выполнены с возможностью соединения для соосной установки соответствующих первых проходов в указанной компоновке эжектора и частях корпуса сопел.

29. Устройство для разработки подземного пласта материала, выполненное с возможностью соединения с трубной конструкцией, которая проходит вдоль ствола скважины от поверхности земли к пласту, содержащее:

два модуля, выполненных с возможностью соединения между собой, содержащих:

модуль эжектора, выполненный с возможностью разъёмного соединения на его проксимальном конце с указанной трубной конструкцией и вмещающий компоновку эжектора, выполненную с возможностью приема движущего флюида из указанной трубной конструкции;

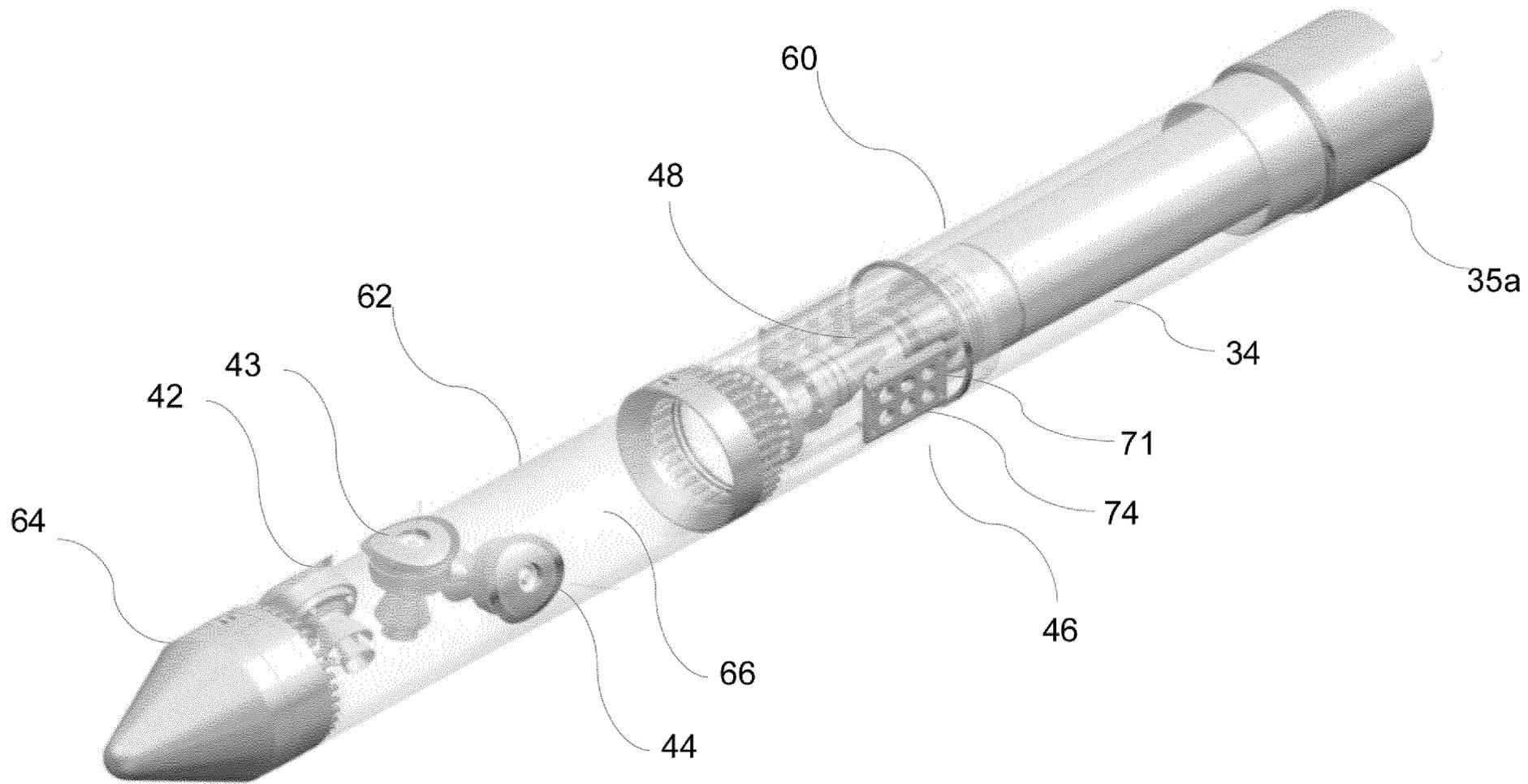
флюидизирующий модуль, выполненный с возможностью разъёмного соединения с дистальным концом указанного модуля эжектора и ограничивающий собой напорную камеру, вмещающую множество флюидизирующих сопел, выполненных с возможностью приема флюидизирующего флюида, подаваемого из указанной трубной конструкции и через указанный модуль эжектора; и

одно или более впускных отверстий на модуле эжектора для приема и транспортировки пульпы указанного материала и флюида к поверхности земли по трубной конструкции,

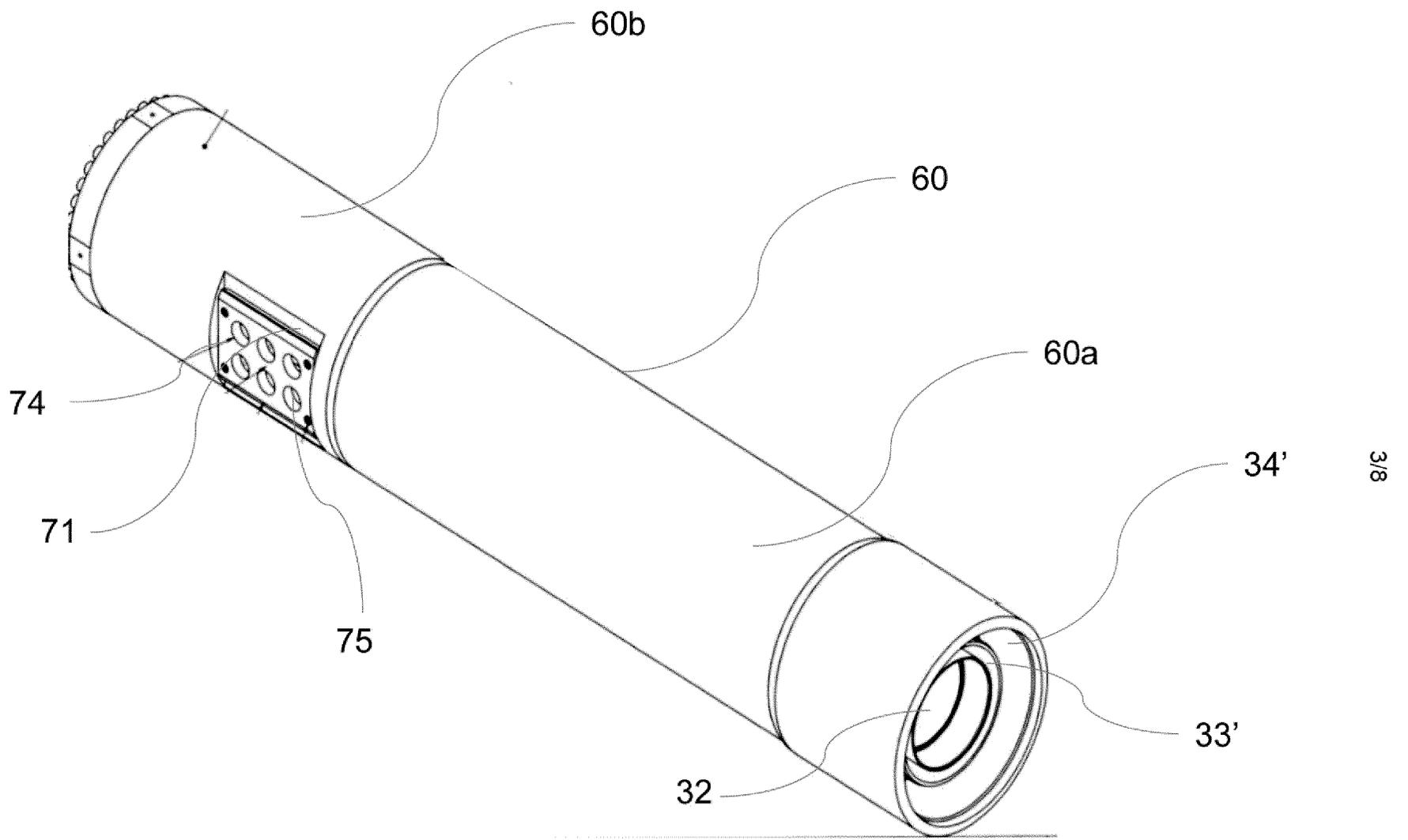
причем указанная компоновка эжектора и указанные флюидизирующие сопла выполнены с возможностью разъемной установки в их соответствующих модулях,

и причем указанные модули имеют по существу одинаковый внешний диаметр и выполнены с возможностью коаксиального соединения при использовании.

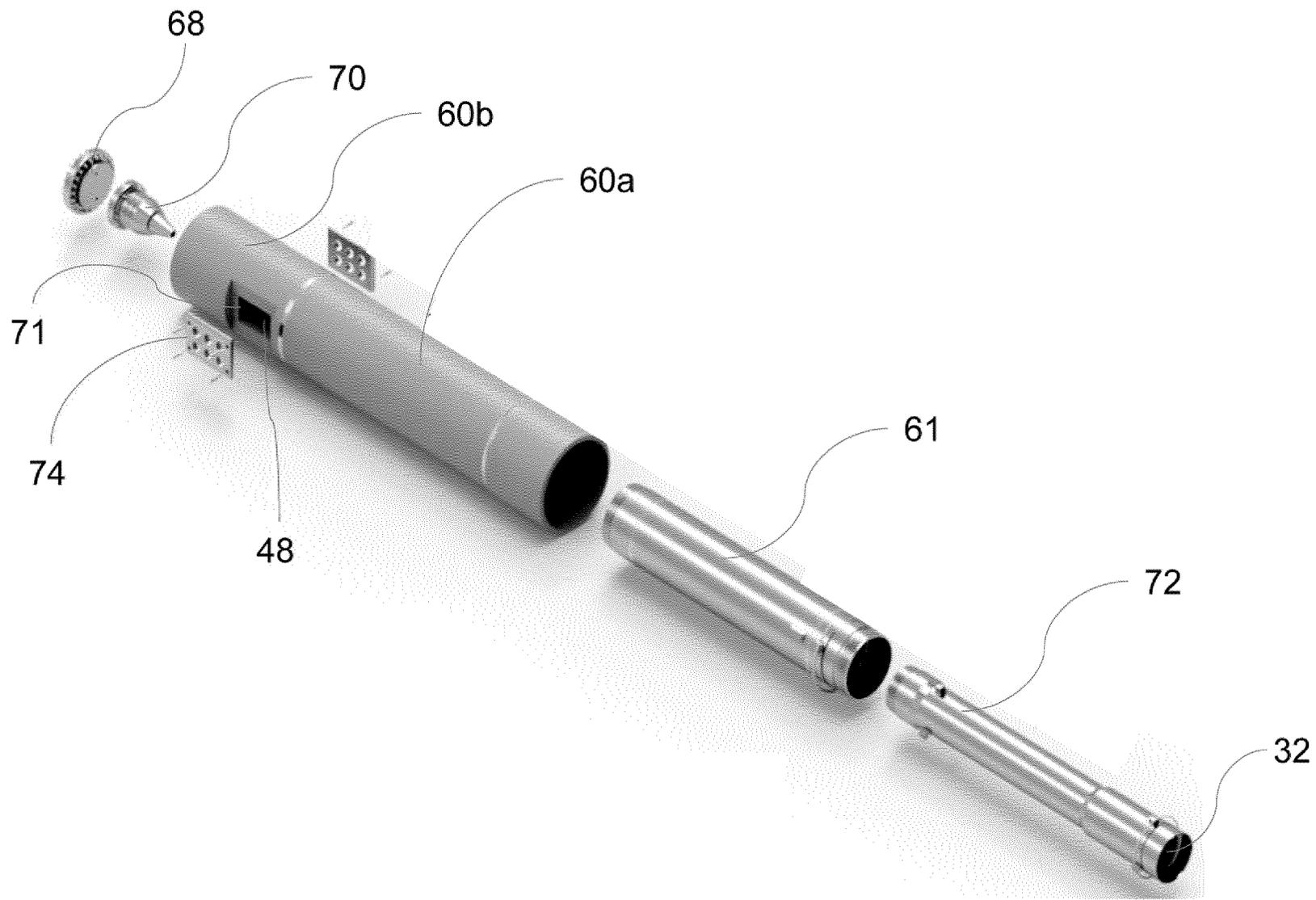
30. Устройство по п. 29, отличающееся тем, что по меньшей мере два указанных впускных отверстия расположены на противоположных поверхностях указанного модуля эжектора.



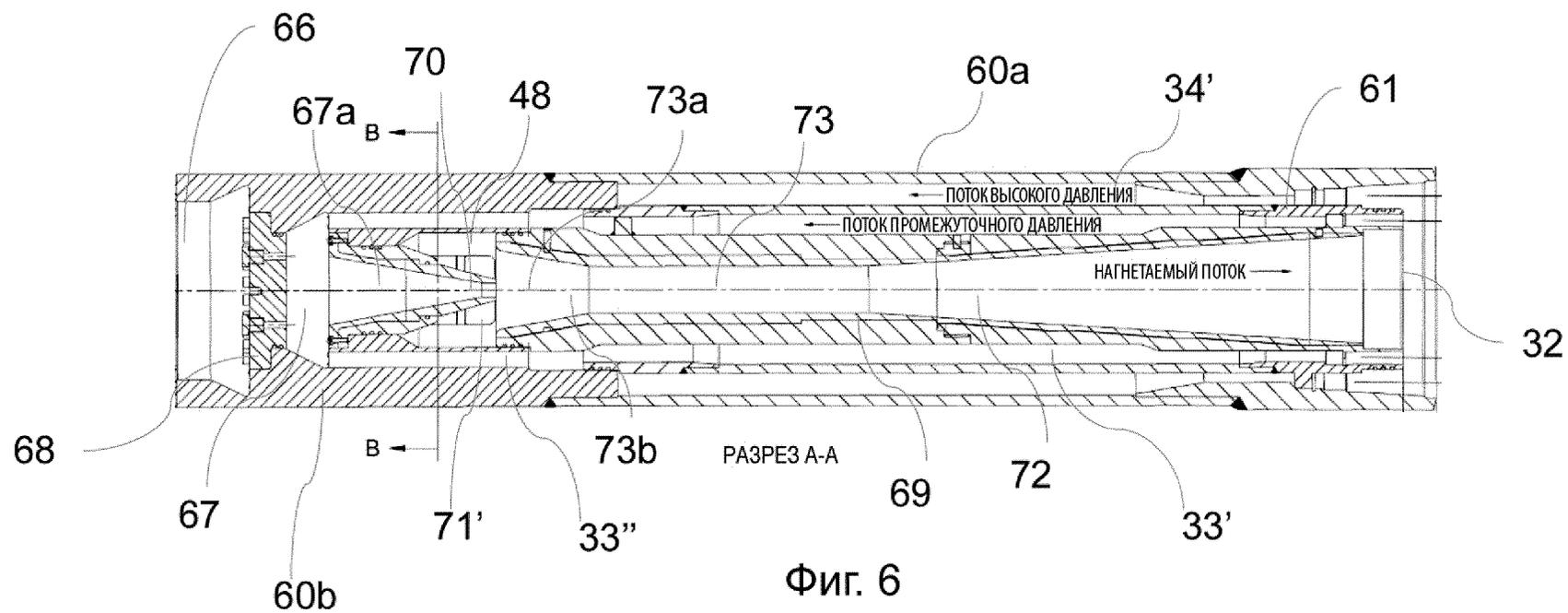
Фиг. 3



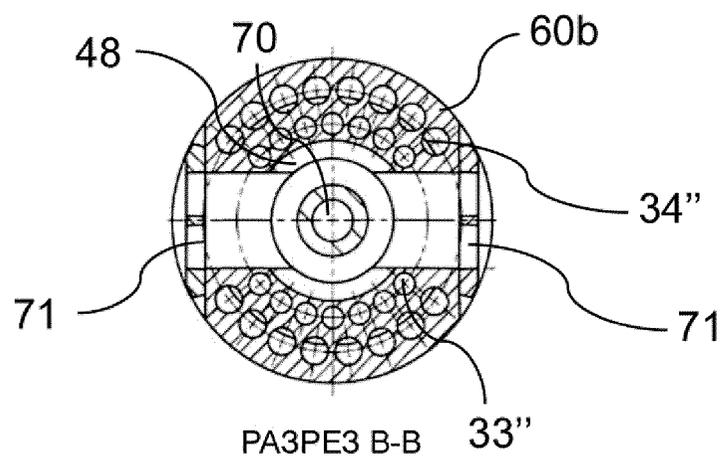
Фиг. 4



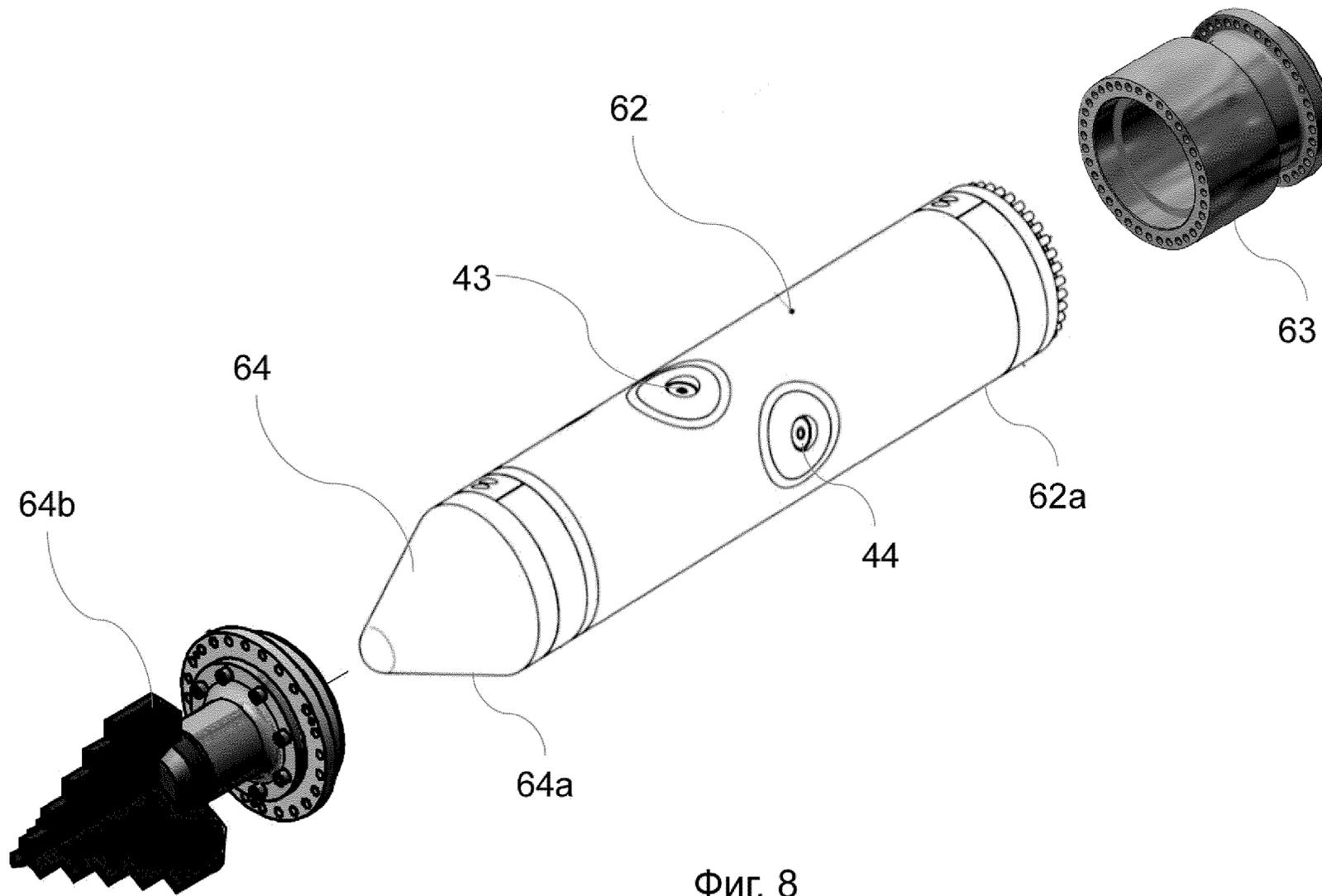
Фиг. 5



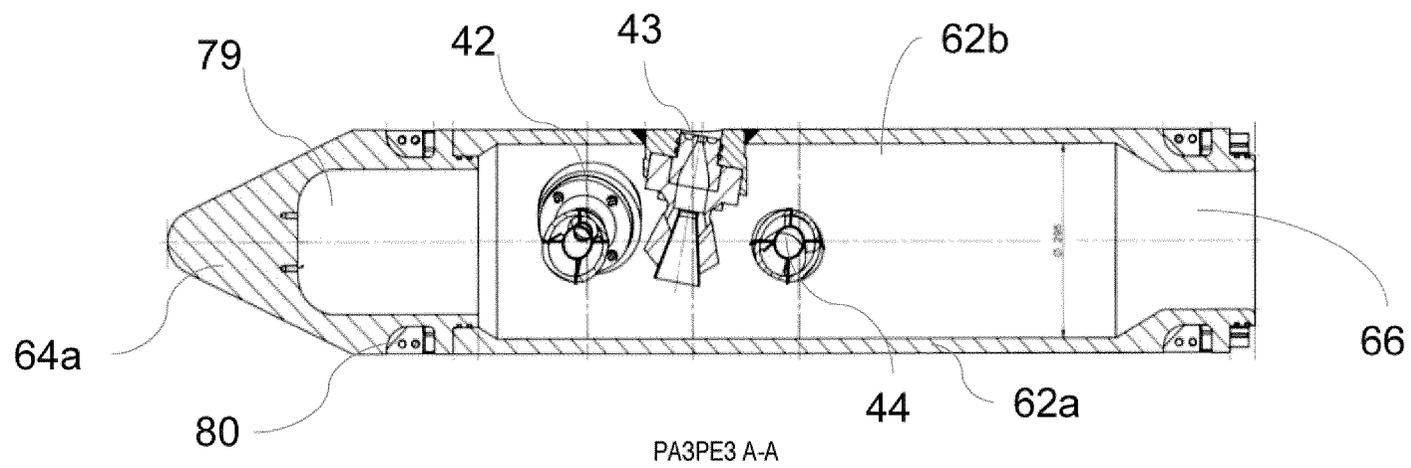
Фиг. 6



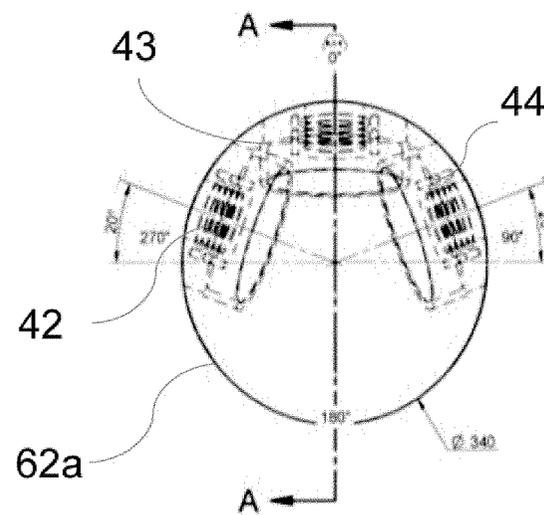
Фиг. 7



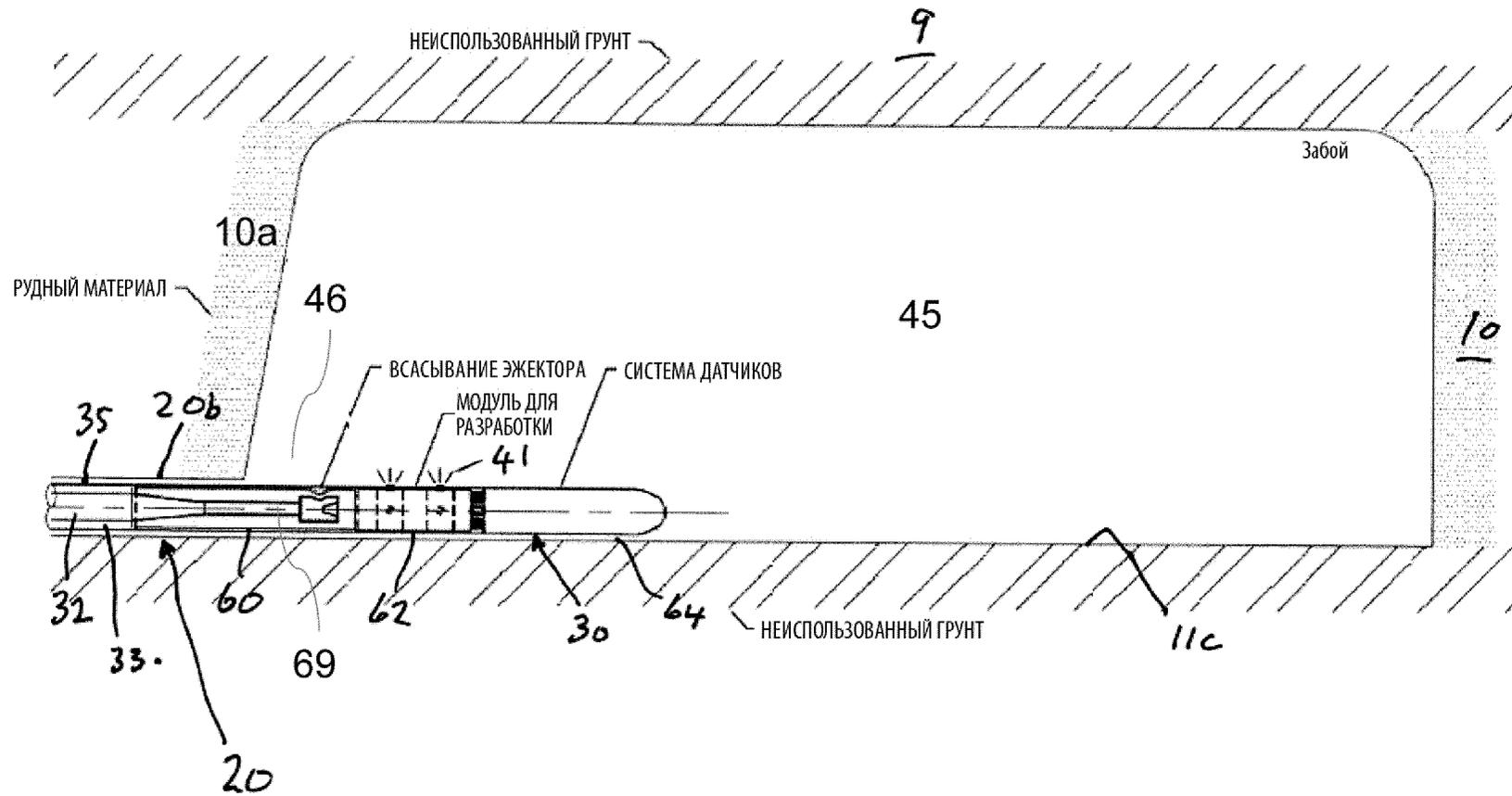
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11