

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046424**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.03.13**

(21) Номер заявки  
**202290248**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.01.29**

(51) Int. Cl. *E21B 41/00* (2006.01)  
*E21B 43/263* (2006.01)  
*E21B 47/00* (2012.01)

---

(54) **СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ШПУРОВ И СВЯЗАННЫЙ С НЕЙ СПОСОБ**

---

(31) **62/623,094; 62/782,917**

(32) **2018.01.29; 2018.12.20**

(33) **US**

(43) **2022.07.29**

(62) **202091807; 2019.01.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ДАЙНО НОБЕЛ ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Эверетт Джефф, Гилтнер Скотт,  
О'коннор Патрик (US)**

(74) Представитель:  
**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,  
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)**

(56) WO-A1-2012048368  
US-A-6125761  
WO-A1-2014123562  
US-A1-2015003186  
US-A1-2018010437

---

(57) В изобретении раскрыты системы автоматической доставки взрывчатых веществ с переменными плотностями. В изобретении раскрыты способы автоматической доставки взрывчатых веществ с переменными плотностями. В изобретении раскрыты способы определения профиля плотности эмульсионного взрывчатого вещества.

**046424**

**B1**

**046424**

**B1**

### Родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке на патент США № 62/623,094, поданной 29 января 2018 г. и озаглавленной Systems for Automated Loading of Blastholes and Methods Related Thereto, и по предварительной заявке на патент США № 62/782,917, поданной 20 декабря 2018 г. и озаглавленной Systems for Automated Loading of Blastholes in a Blast Pattern and Methods Relating Thereto, содержание которых полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

### Область техники

Изобретение относится по существу к взрывчатым веществам. Более конкретно, Изобретение относится к системам доставки взрывчатых веществ и к связанным с ними способам. В некоторых вариантах осуществления способы относятся к автоматической загрузке шпуров и связанным с ними способам.

### Краткое описание графических материалов

Варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, станут более понятны из представленного ниже описания и приложенных пунктов формулы изобретения в сочетании с приложенными рисунками. На рисунках показаны преимущественно обобщенные варианты осуществления, которые будут описаны с дополнительной спецификой и подробностями вместе с рисунками.

На фиг. 1 представлен вид сбоку одного варианта осуществления грузового автомобиля, оборудованного системой для автоматической регулировки плотности эмульсионного взрывчатого вещества для различных сегментов в шпуре.

На фиг. 2А представлена блок-схема одного варианта осуществления способа доставки взрывчатых веществ.

На фиг. 2В представлена блок-схема одного варианта осуществления способа доставки взрывчатых веществ на основе геологических характеристик шпура с различной целевой энергией взрыва в шпуре.

На фиг. 3 представлена блок-схема одного варианта осуществления способа определения точек изменения профиля твердости шпура.

На фиг. 4 представлен пример профиля твердости, нанесенного на график для шпура.

На фиг. 5А представлен пример накопленной разницы, рассчитанной для профиля твердости с фиг. 4, нанесенной на график на основе упорядоченных случайным образом профилей твердости с использованием тех же значений твердости профиля твердости с фиг. 4.

На фиг. 5В изображен график распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы упорядоченных случайным образом профилей твердости с фиг. 5А.

На фиг. 6 представлен профиль твердости с фиг. 4 с идентифицированной первой точкой изменения.

На фиг. 7А представлена накопленная разница, рассчитанная для подмножества профиля твердости с фиг. 4, нанесенная на график на основе упорядоченных случайным образом профилей твердости с использованием тех же значений твердости того же подмножества.

На фиг. 7В изображен график распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы упорядоченных случайным образом профилей твердости с фиг. 7А.

На фиг. 8 представлен профиль твердости с фиг. 4 с идентифицированной первой точкой изменения и второй точкой изменения.

На фиг. 9А представлена накопленная разница, рассчитанная для дополнительного подмножества профиля твердости с фиг. 4, нанесенная на график на основе упорядоченных случайным образом профилей твердости с использованием тех же значений твердости того же дополнительного подмножества.

На фиг. 9В изображен график распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы упорядоченных случайным образом профилей твердости с фиг. 9А.

На фиг. 10 представлен профиль твердости согласно фиг. 4 с идентифицированной первой точкой изменения и второй точкой изменения и идентифицированной точкой без изменения.

На фиг. 11 представлен профиль твердости согласно фиг. 4 после анализа множества подмножеств значений твердости на предмет точек изменения и идентификации трех точек изменения.

На фиг. 12 представлен другой пример профиля твердости, в котором три точки изменения были идентифицированы на глубине, превышающей линию забойки.

На фиг. 13 представлена структурная схема системы доставки взрывчатых веществ для автоматического изменения плотности эмульсионной матрицы в шпуре.

На фиг. 14 представлен вид сверху схемы взрыва, показывающей среднюю твердость каждого шпура в соответствии с одним вариантом осуществления.

На фиг. 15 представлена блок-схема одного варианта осуществления способа доставки взрывчатых веществ на основе геологических характеристик шпура.

На фиг. 16 представлена структурная схема системы доставки взрывчатых веществ для автоматического изменения плотности эмульсионной матрицы.

### Подробное описание

Взрывчатые вещества широко применяются для разрушения горных пород и руд в горнодобывающей промышленности, при разработке карьеров и котлованов. По существу, углубление, которое называют "шпуром", бурят в поверхности, например, в грунте. Затем взрывчатые вещества могут закачивать (на-

пример, эмульсионные взрывчатые вещества и эмульсионные смеси) или подавать посредством шнека (например, нитрат аммония с дизельным топливом (ANFO) и тяжелый ANFO) в шпур. Эмульсионные взрывчатые вещества, например, по существу транспортируют к месту работ в виде эмульсионной матрицы, плотность которой слишком высока для полной детонации. Как правило, эмульсию необходимо "активировать", чтобы эмульсия успешно сдетонировала. Зачастую активацию выполняют путем введения в эмульсию небольших пустот. Эти пустоты действуют как "горячие точки" для распространения детонации. Эти пустоты можно ввести посредством агента для уменьшения плотности, например, посредством вдувания газа в эмульсию, таким образом формируя пузырьки газа, добавления микросфер, других пористых сред и/или впрыскивания химических газообразующих агентов, реагирующих в эмульсии и таким образом образующих газ.

В зависимости от длины или глубины шпуров, детонаторы можно разместить у конца шпура, который также называют "дном", и у начала эмульсионных взрывчатых веществ. Зачастую в таких ситуациях верхнюю часть шпура заполняют не взрывчатыми веществами, а инертным материалом, который называют "забойкой", чтобы попытаться сохранить мощность взрыва внутри окружающего шпур материала, не допуская утечки взрывных газов и энергии через верхнюю часть шпура.

В настоящем документе описываются системы, способы и устройства для автоматической загрузки шпуров и связанные с ними способы. В некоторых вариантах осуществления системы, способы и устройства могут определять целевые свойства взрыва (например, энергию взрыва) для каждого шпура в схеме взрыва посредством идентификации точек изменения в геологических свойствах по всему шпуру и/или месту взрыва. Например, в некоторых вариантах осуществления система может идентифицировать сегменты внутри шпура с аналогичными геологическими свойствами. В некоторых вариантах осуществления система может идентифицировать секции или группы шпуров с аналогичными геологическими свойствами посредством идентификации точек изменения по всей протяженности схемы взрыва и управлять скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для доставки взрывчатого вещества с целевым значением энергии взрыва в шпур.

Следует понимать, что размещение и конфигурация компонентов вариантов осуществления, по существу описанных ниже и показанных на фигурах в настоящем документе, могут иметь широкое разнообразие разных конфигураций. Например, шаги способа не обязательно должны выполняться в каком-либо конкретном порядке или даже последовательно, и шаги не обязательно должны выполняться только один раз. Таким образом, представленное ниже более подробное описание различных вариантов осуществления, как описано ниже и представлено на фигурах, не предполагает ограничения объема раскрытия, а представляет лишь различные варианты осуществления. Несмотря на то что различные аспекты вариантов осуществления представлены на рисунках, причем, если это конкретно не указано, рисунки не обязательно выполнены в масштабе.

Фразы "функционально соединенный с" и "соединенный с" относятся к любой форме взаимодействия между двумя или более объектами, включая механическое, электрическое, магнитное, электромагнитное, тепловое взаимодействие и взаимодействие по текучей среде. Два объекта могут взаимодействовать друг с другом, даже если они не находятся в непосредственном контакте друг с другом. Например, два объекта могут взаимодействовать друг с другом опосредованно посредством промежуточного объекта.

В настоящем документе термин "проксимально" относится к расположению "близко" к раскрываемому объекту или "у" него. Например, "проксимально по отношению к выходному отверстию загрузочной трубы" относится к расположению близко к выходному отверстию загрузочной трубы или у него.

Фраза "точка изменения" относится к статистически значимой точке изменения в данных. Таким образом, точки изменения в геологическом профиле, таком как профиль твердости, представляют собой статистически значимые изменения в геологических значениях в геологическом профиле.

Варианты осуществления и реализации систем и способов доставки взрывчатых веществ, описанных в настоящем документе, могут включать в себя различные шаги, которые могут быть осуществлены в машиновыполняемых командах для выполнения компьютерной системой. Компьютерная система может включать в себя один или более компьютеров общего назначения или специального назначения (или других электронных устройств). Компьютерная система может включать в себя аппаратные компоненты, которые включают в себя специальную логику для выполнения этих шагов, или может включать в себя комбинацию аппаратного обеспечения, программного обеспечения и/или микропрограммного обеспечения.

Варианты осуществления могут быть представлены в виде компьютерного программного продукта, включающего в себя машиночитаемый носитель, имеющий хранящиеся на нем команды, которые можно использовать для программирования компьютерной системы или другого электронного устройства для выполнения процессов, описанных в настоящем документе. Машиночитаемый носитель может включать в себя, помимо прочего, жесткие диски, дискеты, оптические диски, диски CD-ROM, DVD-ROM, ПЗУ, ОЗУ, СППЗУ, ЭСППЗУ, магнитные или оптические карты, твердотельные запоминающие устройства или другие типы носителей/машиночитаемых носителей, подходящих для хранения электронных команд.

Компьютерные системы и компьютеры в компьютерной системе могут быть подключены посредством сети. Подходящие сети для конфигурирования и/или использования, как описано в настоящем документе, включают в себя одну или более локальных сетей, глобальных сетей, городских сетей и/или Интернет- или IP-сетей, таких как World Wide Web, закрытый Интернет, безопасный Интернет, сеть с дополнительными услугами, виртуальная частная сеть, экстранет, интранет или даже автономные машины, которые осуществляют обмен данными с другими машинами посредством физической транспортировки носителей. В частности, подходящая сеть может быть сформирована из двух или более других сетей в частичном или полном виде, включающих в себя сети, использующие разнородное аппаратное обеспечение и технологии сетевой связи.

Одна подходящая сеть включает в себя сервер и несколько клиентов; другие подходящие сети могут содержать другие комбинации серверов, клиентов и/или одноранговых узлов, и данная компьютерная система может функционировать как клиент и как сервер. Каждая сеть включает в себя как минимум два компьютера или компьютерные системы, такие как сервер и/или клиенты. Компьютерная система может включать в себя рабочую станцию, ноутбук, отключаемый мобильный компьютер, сервер, большую ЭВМ, кластер, так называемый "сетевой компьютер" или "тонкий клиент", планшет, смартфон, карманный персональный компьютер или другое ручное вычислительное устройство, "интеллектуальное" потребительское электронное устройство или прибор, медицинское устройство или их комбинацию.

Подходящие сети могут включать в себя коммуникационное или сетевое программное обеспечение, такое как программное обеспечение, доступное у Novell®, Microsoft® и других поставщиков, и могут работать с использованием TCP/IP, SPX, IPX и других протоколов посредством витых пар, коаксиальных или волоконно-оптических кабелей; телефонных линий; радиоволн; спутников; сверхвысокочастотных ретрансляторов; модулированных силовых линии переменного тока; переноса физических носителей; и/или других "каналов" передачи данных, известных специалистам в данной области техники. Сеть может включать в себя меньшие сети и/или может иметь возможность подключения к другим сетям через шлюз или аналогичный механизм.

Каждая компьютерная система включает в себя один или более процессоров и/или память; компьютерные системы могут также включать в себя различные устройства ввода и/или устройства вывода. Процессор может представлять собой устройство общего назначения, такое как микропроцессор Intel®, AMD® или другой "массово выпускаемый" микропроцессор. Процессор может представлять собой специализированное устройство обработки, такое как ASIC, SoC, SiP, FPGA, PAL, PLA, FPLA, PLD или другое настраиваемое или программируемое устройство. Память может представлять собой статическое ОЗУ, динамическое ОЗУ, флеш-память, один или более триггеров, ПЗУ, CD-ROM, диск, ленту, магнитный, оптический или другой компьютерный носитель данных. Устройство(а) ввода может представлять собой клавиатуру, мышь, сенсорный экран, световое перо, планшет, микрофон, датчик или другое аппаратное обеспечение с сопутствующим микропрограммным обеспечением и/или программным обеспечением. Устройство(а) вывода может представлять собой монитор или другой дисплей, принтер, синтезатор речи или текста, переключатель, сигнальную линию или другое аппаратное обеспечение с сопутствующим микропрограммным обеспечением и/или программным обеспечением.

Компьютерные системы могут быть способны использовать дисковод для гибких дисков, устройство считывания ленточных накопителей, дисковод для оптических накопителей, дисковод для магнитооптических накопителей или другие средства для считывания носителя данных. Подходящий носитель данных представляет собой магнитное, оптическое или другое машиночитаемое запоминающее устройство, имеющее определенную физическую конфигурацию. Подходящие запоминающие устройства представляют собой дискеты, жесткие диски, ленточные носители, CD-ROM, DVD, ППЗУ, ОЗУ, флеш-память и другие запоминающие устройства компьютерной системы. Физическая конфигурация представляет собой данные и команды, которые заставляют компьютерную систему работать конкретным и заранее определенным образом, как описано в настоящем документе.

Подходящее программное обеспечение для облегчения реализации изобретения легко предоставляют специалисты в соответствующей области(ях) техники с применением идей, представленных в настоящем документе, и языков программирования и инструментов, таких как Java, Pascal, C++, C, PHP, .Net, языки баз данных, API, SDK, узел, микропрограмма, микрокод и/или другие языки и инструменты. Подходящие форматы сигналов могут быть осуществлены в аналоговой или цифровой форме с или без битов обнаружения и/или исправления ошибок, заголовков пакетов, сетевых адресов в определенном формате и/или других вспомогательных данных, легко предоставляемых специалистами в соответствующей области(ях) техники.

Аспекты определенных вариантов осуществления могут быть реализованы в виде программных модулей или компонентов. В настоящем документе программный модуль или компонент может представлять собой любой тип компьютерной программы или компьютерного исполняемого кода, размещенного на машиночитаемом носителе данных. Программный модуль может, например, содержать один или более физических или логических блоков компьютерных команд, которые могут быть организованы в виде подпрограммы, программы, объекта, компонента, структуры данных и т. д., которые выполняют

одну или более задач или реализуют определенные абстрактные типы данных. Конкретный программный модуль может содержать разнородные команды, хранящиеся в различных местах на машиночитаемом носителе данных, которые в совокупности реализуют описанные функциональные возможности модуля. В действительности модуль может содержать одну команду или множество команд и может быть распределен по нескольким различным сегментам кода, между различными программами и между несколькими машиночитаемыми носителями данных.

Некоторые варианты осуществления могут быть реализованы в распределенной вычислительной среде, в которой задачи выполняет удаленное устройство обработки данных, связанное через сеть передачи данных. В распределенной вычислительной среде программные модули можно размещать на локальных и/или на удаленных машиночитаемых носителях данных. Кроме того, данные, привязанные друг к другу или объединенные друг с другом в записи базы данных, могут находиться на одном машиночитаемом носителе или на нескольких машиночитаемых носителях и могут быть связаны друг с другом по сети в полях записи в базе данных. В соответствии с одним вариантом осуществления система управления базами данных (СУБД) позволяет пользователям взаимодействовать с одной или более базами данных и обеспечивает доступ к данным, содержащимся в базах данных.

В некоторых вариантах осуществления системы доставки взрывчатых веществ система содержит первый резервуар, выполненный с возможностью хранения агента-модулятора энергии, такого как агент для уменьшения плотности. Система может также содержать второй резервуар, выполненный с возможностью хранения энергетического вещества, такого как эмульсионная матрица, и смеситель, выполненный с возможностью комбинирования энергетического вещества и агента-модулятора энергии во взрывчатое вещество, такое как эмульсионное взрывчатое вещество. Смеситель может быть функционально соединен с первым резервуаром и вторым резервуаром. Устройство доставки, такое как загрузочная труба, может быть функционально соединено со смесителем, первым резервуаром и вторым резервуаром и выполнено с возможностью подачи взрывчатого вещества в шпур.

В некоторых вариантах осуществления система доставки взрывчатых веществ может содержать процессорную схему для приема габаритных параметров шпура. Процессорная схема может определять точки изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль может включать в себя значения твердости, представляющие геологические характеристики, такие как твердость, по длине шпура. Процессорная схема может сегментировать шпур на группы, разделенные точками изменения. Дополнительно процессорная схема может определять репрезентативное значение твердости для каждой группы. Дополнительно процессорная схема может определять целевое значение энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного значения твердости, таким образом генерируя целевой профиль энергии взрыва, содержащий целевые значения энергии взрыва вдоль длины шпура. Система может управлять скоростью потока агента-модулятора энергии, такого как агент для уменьшения плотности, в смеситель для изменения энергии взрывчатого вещества по мере необходимости в соответствии с целевым профилем энергии взрыва.

В некоторых вариантах осуществления способов доставки взрывчатых веществ способы включают прием габаритных параметров шпура. Способы дополнительно включают определение любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические данные, такие как значения твердости, представляющие геологические характеристики твердости вдоль длины шпура. Способы могут дополнительно включать сегментирование шпура на одну или более групп, разделенных точками изменения. Способы могут дополнительно включать определение репрезентативного значения твердости для каждой группы. Способы могут дополнительно включать определение целевого значения энергии взрыва, такого как целевое значение плотности эмульсии, для каждой группы из одной или более групп на основе репрезентативного значения твердости. Способы могут дополнительно включать смешивание энергетического вещества (например, эмульсионной матрицы) и агента-модулятора энергии (например, агента для уменьшения плотности) во взрывчатое вещество. Способ может дополнительно включать управление скоростью потока агента-модулятора энергии для достижения целевой энергии взрыва для каждой группы.

Также в настоящем документе описываются способы определения профиля плотности эмульсионных взрывчатых веществ для шпура. В некоторых вариантах осуществления способы содержат определение любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические данные, такие как значения твердости, представляющие характеристики твердости вдоль длины шпура. Способы могут дополнительно включать сегментирование шпура на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Способы могут дополнительно включать определение репрезентативного значения твердости в каждой группе. Способы могут дополнительно включать определение целевой плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного значения твердости для каждой группы, таким образом генерируя целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура.

В настоящем документе также описываются энергонезависимые машиночитаемые носители. В некоторых вариантах осуществления носители содержат команды, при исполнении которых одним или более процессорами система доставки взрывчатых веществ принимает габаритные параметры шпура и

определяет любые точки изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические данные, такие как значения твердости, представляющие характеристики твердости вдоль длины шпура. Носитель может дополнительно включать команды для сегментации шпура на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Носители могут дополнительно содержать команды для идентификации репрезентативного значения твердости в каждой группе. Носитель может дополнительно содержать команды для определения целевой энергии взрыва или целевой плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного значения твердости, таким образом генерируя либо целевой профиль энергии взрыва, либо целевой профиль плотности эмульсии, содержащий целевые значения вдоль длины шпура.

Значительная часть описания в настоящем документе относится к эмульсионным взрывчатым веществам, где эмульсионная матрица представляет собой энергетическое вещество, а агент для уменьшения плотности представляет собой агент-модулятор энергии. Описание в настоящем документе, относящееся к эмульсионным взрывчатым веществам, применимо и к другим взрывчатым веществам. Аналогичным образом описание в настоящем документе, относящееся к взрывчатым веществам, по существу применимо к эмульсионным взрывчатым веществам. Эмульсионные взрывчатые вещества представляют собой один пример взрывчатого вещества, предполагаемого по настоящему описанию. Другие примеры взрывчатых веществ представляют собой ANFO, тяжелый ANFO и смеси ANFO или гранул нитрата аммония (AN) с эмульсионными взрывчатыми веществами. Системы и способы, раскрываемые в настоящем документе, применимы к различным взрывчатым веществам. Например, энергетическое вещество может представлять собой ANFO, а агент-модулятор энергии могут смешивать с ANFO в различных количествах по мере того, как ANFO подается посредством шнека в шпур, чтобы таким образом увеличивать или уменьшать уровень энергии ANFO на определенных глубинах шпура в соответствии с целевым профилем энергии взрыва. В другом примере ANFO или гранула AN может представлять собой агент-модулятор энергии, а эмульсионное взрывчатое вещество может представлять собой энергетическое вещество. В этом примере эмульсионное взрывчатое вещество может иметь постоянную или переменную плотность. ANFO или гранулу AN могут смешивать с эмульсионным взрывчатым веществом в различных количествах по мере того, как оно подается посредством шнека или закачивается в шпур, чтобы таким образом увеличивать или уменьшать уровень энергии взрывчатой смеси на определенных глубинах шпура в соответствии с целевым профилем энергии взрыва. Среднему специалисту в данной области техники, с учетом ознакомления с настоящим раскрытием, будет понятно, что с системами и способами, раскрываемыми в настоящем документе, можно применять различные энергетические вещества и агенты-модуляторы энергии.

Применительно к фигурам, на фиг. 1 представлен вид сбоку одного варианта осуществления грузового автомобиля 102, оборудованного системой 100 доставки взрывчатых веществ для автоматической регулировки плотности эмульсионного взрывчатого вещества для различных сегментов в шпуре или различных групп шпуров в схеме взрыва. Как показано, система 100 доставки взрывчатых веществ может включать в себя первый резервуар 10, второй резервуар 20 и смеситель 40, установленный на грузовом автомобиле 102.

Эмульсионное взрывчатое вещество может быть сформировано посредством смешивания содержимого первого резервуара 10 и второго резервуара 20. В первом резервуаре 10 может храниться агент для уменьшения плотности. Во втором резервуаре 20 хранится эмульсионная матрица. Смеситель 40 функционально соединен с первым резервуаром 10 и вторым резервуаром 20. Смеситель 40 комбинирует агент для уменьшения плотности и эмульсионную матрицу в эмульсионное взрывчатое вещество. В некоторых вариантах осуществления агент для уменьшения плотности представляет собой химический газообразующий агент.

Смеситель 40 может комбинировать агент для уменьшения плотности и эмульсионную матрицу в одном или более местах. В некоторых вариантах осуществления смеситель 40 может комбинировать агент для уменьшения плотности и эмульсионную матрицу на грузовом автомобиле 102, в загрузочной трубе 80 и/или в шпуре 104. В некоторых вариантах осуществления загрузочная труба 80 опосредованно соединена с первым резервуаром 10 и вторым резервуаром 20. Например, как показано, смеситель 40 может соединять загрузочную трубу 80, первый резервуар 10 и второй резервуар 20. При данной конфигурации смеситель 40 может производить эмульсионное взрывчатое вещество 85 на грузовом автомобиле 102. В некоторых вариантах осуществления загрузочная труба 80 выполнена с возможностью введения агента для уменьшения плотности в эмульсионную матрицу проксимально к впуску смесителя, когда смеситель расположен в сопле 90.

В некоторых вариантах осуществления смеситель 40 может производить эмульсионное взрывчатое вещество 85 в шпуре 104. Например, смеситель может быть расположен в сопле 90 проксимально к выпуску закачивающей трубы 80, и смеситель 40 может не присутствовать. В таких вариантах осуществления закачивающая труба 80 может включать в себя одну трубку для подачи эмульсионной матрицы и отдельную трубку для подачи агента для уменьшения плотности в сопло 90 для комбинирования с эмульсионной матрицей. В вариантах осуществления, в которых сопло 90 используется для смешивания агента для уменьшения плотности с эмульсионной матрицей, плотность эмульсионного взрывчатого ве-

щества 85, подаваемого в шпур 104, можно быстро менять точным образом.

Сопло 90 подсоединено на конце загрузочной трубы 80. Загрузочная труба 80 функционально подсоединена к смесителю 40. Загрузочная труба 80 и сопло 90 выполнены с возможностью подачи эмульсионного взрывчатого вещества 85 в шпур 104. Грузовой автомобиль 102 расположен возле вертикального шпура 104. Загрузочную трубу 80 разматывают с рукавного барабана 92 и вставляют в вертикальный шпур 104.

В некоторых вариантах осуществления система 100 доставки взрывчатых веществ содержит процессорную схему 110 для определения сегментов 112, 114 в шпуре 104 с различными геологическими характеристиками твердости. Процессорная схема 110 также может управлять скоростью потока агента для уменьшения плотности в первом резервуаре 10 для достижения целевой плотности эмульсии на основе геологических характеристик твердости для каждого сегмента. Соответственно, система 100 доставки взрывчатых веществ может автоматически регулировать плотность эмульсионного взрывчатого вещества для сегментов 112, 114 в шпуре 104. Посредством дифференциации сегментов 112, 114 и регулирования плотности эмульсионного взрывчатого вещества 85 в каждом сегменте 112, 114 взрыв можно адаптировать к геологическим свойствам конкретного шпура, и, таким образом, можно увеличить скорость бурения и продуктивность фрезера.

В некоторых вариантах осуществления процессорная схема 110 может определять, что первая группа эмульсионных взрывчатых веществ с первой плотностью была доставлена в шпур 104 и что вторая группа эмульсионных взрывчатых веществ со второй плотностью должна быть доставлена в шпур 104. Например, процессорная схема 110 может определять, что достигнут достаточный объем взрывчатого вещества для заполнения определенной длины или глубины шпура 104. Затем процессорная схема 110 может модифицировать скорость потока агента для уменьшения плотности таким образом, чтобы эмульсионное взрывчатое вещество 85, доставляемое загрузочной трубой 80, имело целевую плотность эмульсии, связанную со второй группой эмульсионных взрывчатых веществ.

Например, процессорная схема 110 может осуществлять мониторинг скорости доставки эмульсионной матрицы для определения, на основе габаритных параметров шпура 104 и расширения эмульсионной матрицы вследствие газообразования (т. е. формирования эмульсионного взрывчатого вещества), текущей группы заполняемого шпура 104. В некоторых вариантах осуществления глубина загрузочной трубы 80 может быть основана на количестве загрузочной трубы 80 на рукавном барабане 92.

Когда процессорная схема 110 определяет, что вторая группа эмульсионных взрывчатых веществ со второй плотностью должна быть доставлена в шпур 104, процессорная схема 110 может модифицировать скорость потока агента для уменьшения плотности таким образом, чтобы эмульсионное взрывчатое вещество 85, доставляемое загрузочной трубой 80, имело целевую плотность эмульсии, связанную со второй группой эмульсионных взрывчатых веществ. Например, процессорная схема 110 может посылать сигнал смесителю 40 для увеличения количества агента для уменьшения плотности или для снижения плотности эмульсионного взрывчатого вещества 85.

В некоторых вариантах осуществления система 100 доставки взрывчатых веществ может содержать запоминающее устройство 120. В запоминающем устройстве 120 может храниться таблица, содержащая целевые плотности эмульсии для множества значений твердости. В некоторых вариантах осуществления для определения целевой плотности эмульсии для каждой группы процессорная схема 110 осуществляет доступ к таблице и находит целевую плотность эмульсии на основе репрезентативного значения твердости, идентифицированного для каждой группы.

Процессорная схема 110 может получать более подробную информацию о каждом из шпуров, включающую в себя геологический профиль. В некоторых вариантах осуществления процессорная схема 110 генерирует геологический профиль на основе одного или более типов геологических данных. Не имеющие ограничительного характера примеры геологических данных включают в себя минералогию (элементную и/или минеральную), литологическую структуру (первичную, вторичную и/или текстурную), пористость, твердость, прочность породы и плотность. "Текстура" относится к размеру, форме и конфигурации взаимосвязанных минеральных кристаллов, которые формируют породу или другой материал. Геологические данные могут быть использованы для определения дополнительных геологических характеристик, таких как хрупкость и фрагментация. Геологические данные можно определять прямо или опосредованно на основе таких источников, как сейсмические данные, данные бурения, буровые шламы, керновые пробы или их комбинации. Например, буровые шламы и/или керновые пробы можно анализировать с использованием рентгеновской или гамма-флуоресценции, сканирующей электронной микроскопии и других методик спектроскопии и/или микроскопии. Геологические данные могут включать в себя информацию на инкрементной основе, например, на пофутовой основе.

В случае с данными бурения процессорная схема 110 может получать данные бурения, диаметр шпура 104 и длину шпура 104. Данные бурения могут включать в себя информацию на инкрементной основе, например, на пофутовой основе. Данные бурения могут включать в себя такую информацию, как размер бурового долота, скорость вращения бурового долота, крутящий момент бурового долота, скорость проходки, вибрация долота, давление подачи, давление воздуха при тартиании, местоположение углубления, номер углубления и длина или глубина углубления. Данные бурения могут коррелировать с

геологическими свойствами вдоль длины шпура. Таким образом, данные бурения можно использовать для генерирования значений твердости вдоль длины шпура (т. е. профиля твердости). Например, процессорная схема 110 может принимать данные бурения и генерировать профиль твердости или может принимать профиль твердости от другой системы, которая генерирует профиль твердости на основе данных бурения. Процессорная схема 110 может принимать данные бурения непосредственно с одной или более буровых установок или от отдельного источника, который принял данные бурения. Процессорная схема также может принимать профиль твердости и габаритные параметры шпура вместо приема данных бурения.

В случае с сейсмическими данными процессорная схема 110 может принимать данные от одного или более сейсмоприемников или других сейсмических датчиков. Сейсмоприемники могут регистрировать вибрацию при бурении и/или от пробных зарядов. Процессорная схема 110 может сравнивать сейсмическую вибрацию в источнике (например, долоте или пробном заряде) и сейсмические вибрации в одном или более сейсмоприемниках. На основе по меньшей мере задержки, частоты и амплитуды сейсмических вибраций процессорная схема 110 может определять геологические свойства (например, фрагментацию, плотности сложных элементов, состав, импедансы пород, значение твердости, модуль Юнга, напряжение сдвига или другие подобные свойства).

В некоторых вариантах осуществления процессорная схема 110 может определять профиль энергии, содержащий целевую энергию взрыва для одной или более групп шпуров, и процессор на грузовом автомобиле 102 для доставки взрывчатого вещества в соответствии с профилем энергии.

В некоторых вариантах осуществления процессорная схема 110 принимает схему взрыва, содержащую данные о местоположении множества шпуров и геологические значения, связанные со множеством шпуров. Геологические значения представляют геологические характеристики множества шпуров. В некоторых вариантах осуществления геологические значения содержат среднее геологическое значение для каждого из множества шпуров. Например, если геологические значения включают в себя значения твердости, то значение твердости может представлять собой среднее значение твердости для каждого из множества шпуров.

Процессорная схема 110 может определять любые точки изменения в геологических значениях по протяженности схемы взрыва. Протяженность схемы взрыва, в которой процессорная схема должна определить любые точки изменения в геологических значениях, может представлять собой ряд или линию углублений в направлении линии наименьшего сопротивления. В некоторых вариантах осуществления точки изменения могут быть определены как в направлении пространственного разнесения, так и в направлении линии наименьшего сопротивления схемы взрыва. В некоторых вариантах осуществления точки изменения могут определяться порядно. В некоторых вариантах осуществления в качестве исходного местоположения может использоваться якорный шпур, а точки изменения определяют по линии в плане взрыва под множеством углов.

В некоторых вариантах осуществления схема 110 обработки может определять изменения сегментов посредством использования эталонной таблицы, в которой могут использоваться тип материала, средняя твердость и диаметр углубления (в качестве примера) для предоставления профиля загрузки для каждого углубления. Профили загрузки можно применять углубление за углублением.

Схема 110 обработки может сегментировать схему взрыва на одну или более групп шпуров, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Дополнительно, схема 110 обработки может определять целевую энергию взрыва для каждой группы шпуров на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы шпуров, таким образом генерируя целевой профиль энергии, содержащий целевые значения энергии взрыва для каждого шпура во множестве шпуров. В некоторых вариантах осуществления для определения целевой энергии взрыва для каждой группы используют доступное количество взрывчатого материала. Схема 110 обработки может управлять скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для доставки, посредством устройства доставки, взрывчатого вещества с целевым значением энергии взрыва в шпур 104 в соответствии с целевым профилем энергии.

Альтернативно, процессорная схема 110 может определять изменения сегмента на основе других способов. Например, если желательны три сегмента, шпуры могут быть численно разделены на категорию низкой твердости, категорию средней твердости и категорию высокой твердости. В таком примере шпуры в первом сегменте, категории низкой твердости, могут наполнять ANFO и агентом для увеличения объема для снижения энергии ANFO. Шпуры во втором сегменте, категории средней твердости, могут наполнять ANFO. Шпуры в третьем сегменте, категории высокой твердости, могут наполнять тяжелым ANFO.

На фиг. 2А представлена блок-схема одного варианта осуществления способа 250 доставки взрывчатых веществ. Способ 250, описанный со ссылкой на фиг. 2А, можно выполнять посредством процессорной схемы, такой как процессорная схема 110 с фиг. 1.

В этом варианте осуществления способ 250 содержит получение 252 геологического профиля. Геологический профиль может включать в себя геологические значения, представляющие одну или более геологических характеристик множества шпуров в плане взрыва. В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя получение данных бурения, содержащих геологические характеристики твердо-

сти, диаметр шпура и длину шпура. Эта информация может быть предоставлена напрямую посредством данных, принятых во время буровых работ, или может быть введена оператором. В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя прием сейсмических данных. В некоторых вариантах осуществления способ 250 включает в себя генерирование профиля твердости на основе данных бурения и/или сейсмических данных.

Способ 250 дополнительно включает в себя определение 254 любых точек изменения, также иногда называемых точками излома, в геологическом профиле. В некоторых вариантах осуществления способ определяет 254 точки изменения по координатам множества шпуров в плане взрыва (например, фиг. 13 и 14). В некоторых вариантах осуществления способ определяет 254 точки изменения внутри шпура (например, фиг. 2B).

См. фиг. 3, где представлено, как один вариант осуществления находит точки изменения в геологическом профиле. В некоторых геологических профилях нет точек изменения. В результате этого для всего плана взрыва будет использоваться одна целевая плотность эмульсии. В других геологических профилях есть одна или более точек изменения, например, множество точек изменения, в результате чего имеется множество групп с одной или более различными целевыми значениями плотности эмульсии. Например, точки изменения могут определять с помощью методики последовательного анализа, такого как методика накопленных сумм, или других методик, которые определяют уровень доверия для изменения в динамике в последовательности данных.

В некоторых вариантах осуществления плотность эмульсии могут изменять в шпуре. Например, пользователь может предварительно выбрать желаемый профиль для шпуров в схеме взрыва. Профиль может быть уникальным для каждого шпура, может применяться ко всем шпурам или к группе шпуров. Таким образом, распределение энергии в каждом углублении может изменяться в зависимости от предварительно выбранного профиля.

Следует понимать, что раскрытые способы изменения энергии взрыва взрывчатых веществ в шпуре можно применять для реализации любого числа желательных профилей энергии взрыва активированного продукта. Например, может быть желательно наличие взрывчатого вещества более низкой плотности в верхней части шпура и взрывчатого вещества более высокой плотности в нижней части шпура. Например, распределение энергии в шпуре может быть приблизительно пирамидальным. В другом примере профиль энергии может иметь взрывчатое вещество более высокой плотности в верхней части шпура. Полученное в результате распределение энергии в шпуре может представлять собой перевернутую пирамиду. В еще одном примере взрывчатое вещество возле средней секции шпура может иметь более высокую плотность, чем в верхней или в нижней части, в результате чего получается распределение энергии выпуклой формы.

Способ 250 дополнительно включает в себя сегментацию 256 геологического профиля на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Группы могут представлять собой вертикальные сегменты в шпуре и/или группы шпуров по координатам плана взрыва. Способ 250 дополнительно включает в себя определение 258 репрезентативного геологического значения для каждой группы. Репрезентативное геологическое значение может быть идентифицировано по распределению вероятностей, среднему геологическому значению, максимальному геологическому значению или минимальному геологическому значению для конкретной группы. Примеры распределения вероятностей включают в себя среднее значение, медианное значение или моду геологических значений для конкретной группы.

Способ 250 дополнительно включает в себя определение 260 целевого значения энергии взрыва, такого как целевая плотность эмульсии, для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, таким образом генерируя целевой профиль энергии взрыва, содержащий целевые значения энергии взрыва для каждого сегмента. В некоторых вариантах осуществления определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы содержит осуществление доступа к таблице и нахождение целевого значения энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой. Таблица может включать в себя целевые значения энергии взрыва для множества геологических значений.

Целевые значения энергии взрыва могут быть найдены на основе алгоритма, на основе предыдущего опыта или их комбинации. Например, в вариантах осуществления, в которых для генерирования профиля твердости на основе данных бурения и/или сейсмических данных используют алгоритм, генерируемые значения твердости могут представлять собой относительные значения, а не абсолютные значения. При генерировании относительных значений может быть полезно производить один или более пробных зарядов на месте взрыва и сравнивать показатели эффективности для различных целевых значений энергии взрыва при определенных значениях твердости в пробных шпурах. Например, таким образом можно осуществлять тонкую корректировку целевых плотностей эмульсии в соотношении с конкретными значениями твердости. Или, иными словами, для выходных данных алгоритма, используемого для генерирования профиля твердости, можно осуществлять тонкую корректировку с помощью одного или более пробных взрывов. Таким образом, целевые плотности эмульсии генерируют целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура. Целевой профиль

энергии, такой как целевой профиль плотности, может быть модифицирован посредством глубины забойки, местоположения и длины воздушной подушки, других областей без эмульсионного взрывчатого вещества или их комбинаций.

Для точной корректировки целевого профиля энергии для получения требуемого размера фрагментации можно использовать пробные взрывы и/или предыдущие взрывы. Данные обратной связи по пробным взрывам и/или предыдущим взрывам могут включать в себя данные по размеру фрагментации, полученные на основе анализа фрезера, анализа отбитой породы или анализа конвейера. Способ 250 может включать в себя изменение плотностей эмульсии, связанных со значениями твердости, для оптимизации будущих взрывов на основе данных обратной связи. Например, будущий взрыв может иметь оптимизированный размер фрагментации на основе данных обратной связи. Оптимизация будущего размера фрагментации может включать в себя регулировку целевого профиля энергии для изменения размера фрагментации таким образом, чтобы фрагменты были ближе к целевому или желаемому размеру. Например, система может изменять значения эталонной таблицы, которую система использует для определения целевых значений взрыва. Например, если таблица включает в себя целевые значения энергии взрыва для множества геологических значений, система может использовать данные обратной связи для изменения целевых значений энергии взрыва и/или множество геологических значений. Например, выходные данные алгоритма, используемые для генерирования геологических значений и/или геологического профиля, можно тонко корректировать таким образом, чтобы достичь желаемого размера фрагментации. В некоторых вариантах осуществления способ 250 может изменять геологические значения для группы на основе данных обратной связи. В некоторых вариантах осуществления способ 250 может изменять сегментацию на основе данных обратной связи. В некоторых вариантах осуществления способ 250 может изменять эталонную таблицу и/или геологические значения для группы, и/или сегментацию на основе данных обратной связи.

Способ 250 может дополнительно включать в себя управление 264 скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для достижения целевого значения энергии взрыва для наполняемого шпура.

Способ 250 может дополнительно включать в себя подтверждение или ввод оператором глубины любой воды, присутствующей в шпуре. Целевая плотность эмульсии для взрывчатых веществ, контактирующих с водой, может автоматически повышаться до более  $1 \text{ г/см}^2$ , если целевая плотность эмульсии для группы уже не составляла более  $1 \text{ г/см}^2$ .

В некоторых вариантах осуществления могут выполняться только часть шагов способа 250. Например, когда геологический профиль генерируют, а не принимают, этап 252 могут не выполнять. В еще одном примере в некоторых вариантах осуществления могут выполнять только шаги 254-260. Дополнительно в некоторых вариантах осуществления некоторые шаги способа 250 могут комбинировать в один шаг.

На фиг. 2В представлена блок-схема одного варианта осуществления способа 200 доставки взрывчатых веществ с различной целевой энергией взрыва в шпуре. Способ 200 может сегментировать шпур и определять целевую плотность эмульсии для каждой секции шпура. Способ 200, описанный со ссылкой на фиг. 2В, могут выполнять посредством процессорной схемы, такой как процессорная схема 110 с фиг. 1.

В этом варианте осуществления способ 200 содержит получение 202 геологического профиля и геобаритных параметров шпура. Геологический профиль может включать в себя значения твердости или другие геологические характеристики, представляющие одну или более геологических характеристик вдоль глубины шпура. В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя получение данных бурения, содержащих геологические характеристики твердости, диаметр шпура и длину шпура. Эта информация может быть предоставлена напрямую посредством данных, принятых во время буровых работ, или может быть введена оператором. В некоторых вариантах осуществления способ 200 включает в себя прием сейсмических данных. В некоторых вариантах осуществления способ 200 включает в себя генерирование профиля твердости на основе данных бурения и/или сейсмических данных.

Способ 200 дополнительно включает в себя определение 204 любых точек изменения, также иногда называемых точками излома, в геологическом профиле. См фиг. 3, где представлено, как один вариант осуществления находит точки изменения в геологическом профиле. В некоторых геологических профилях нет точек изменения. В результате этого для всего шпура будет использоваться одна целевая плотность эмульсии. В других геологических профилях есть одна или более точек изменения, например, множество точек изменения, в результате чего имеется множество групп с одной или более различными целевыми значениями плотности эмульсии. Например, точки изменения могут определять с помощью методики последовательного анализа, такого как методика накопленных сумм, или других методик, которые определяют уровень доверия для изменения в динамике в последовательности данных.

Способ 200 дополнительно включает в себя сегментацию 206 шпура на группы, разделенные точками изменения. Число сегментов может быть ограничено физическими параметрами шпура и/или системы доставки взрывчатых веществ. Например, максимальное число поддерживаемых сегментов может быть основано на параметрах шпура, скорости потока оборудования системы доставки и/или ограниче-

ниях или чувствительности системы управления для оборудования системы доставки. В некоторых вариантах осуществления система управления для оборудования системы доставки может допускать только определенное число изменений плотности, такое как, например, четыре, шесть или восемь изменений плотности (что соответствует четырем, шести или восьми сегментам в шпуре). Параметры шпура могут включать в себя глубину забойки, длину шпура и диаметр шпура. Способ 200 может включать в себя определение максимального числа изменений плотности, достижимого посредством оборудования системы доставки и/или системы управления. Способ 200 может включать в себя удаление сегментов или частей сегментов, которые должны быть заняты забойкой, воздушной подушкой, другими участками без эмульсионного взрывчатого вещества или их комбинациями. Например, оператор может иметь возможность вводить в пользовательский интерфейс длину забойки и любое местоположение и длину воздушной подушки, а процессорная схема может модифицировать сегменты соответствующим образом. Процессорная схема также может принимать эту информацию другим образом.

Способ 200 дополнительно включает в себя определение 208 репрезентативного геологического значения для каждой группы. Репрезентативное геологическое значение может быть идентифицировано по распределению вероятностей, максимальному геологическому значению или минимальному геологическому значению для конкретной группы. Примеры распределения вероятностей включают в себя среднее значение, медианное значение или моду геологических значений для конкретной группы.

Способ 200 дополнительно включает в себя определение 210 целевого значения энергии взрыва, такого как целевая плотность эмульсии, для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы. В некоторых вариантах осуществления определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы содержит осуществление доступа к таблице и нахождение целевого значения энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой. Таблица может включать в себя целевые значения энергии взрыва для множества геологических значений. Целевые значения энергии взрыва могут быть найдены на основе алгоритма, на основе предыдущего опыта или их комбинации. Например, в вариантах осуществления, в которых для генерирования геологического профиля на основе данных бурения и/или сейсмических данных используют алгоритм, генерируемые геологические значения могут представлять собой относительные значения, а не абсолютные значения. При генерировании относительных значений может быть полезно производить один или более пробных зарядов на месте взрыва и сравнивать показатели эффективности для различных целевых значений энергии взрыва при определенных геологических значениях в пробных шпурах. Например, таким образом можно осуществлять тонкую корректировку целевых плотностей эмульсии в соотношении с конкретными геологическими значениями. Или, иными словами, для выходных данных алгоритма, используемого для генерирования геологического профиля, можно осуществлять тонкую корректировку посредством одного или более пробных взрывов. Таким образом, целевые плотности эмульсии генерируют целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура. Целевой профиль энергии, такой как целевой профиль плотности, может быть модифицирован посредством глубины забойки, местоположения и длины воздушной подушки, других областей без эмульсионного взрывчатого вещества или их комбинаций.

Способ 200 может дополнительно включать в себя мониторинг 212 уровня взрывчатого вещества в шпуре. Например, способ 200 может определять текущую группу на основе объема взрывчатого вещества, которое было доставлено в шпур, и известной геометрии шпура. Способ 200 может определять, что текущая группа была наполнена и должна быть наполнена новая группа.

Способ 200 может дополнительно включать в себя управление 214 скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для достижения целевого значения энергии взрыва для группы на уровне взрывчатого вещества. Например, при прохождении точки изменения способ 200 может регулировать взрывчатое вещество в соответствии с целевым значением энергии взрыва, связанным с новой группой, например, посредством регулировки плотности взрывчатого вещества, когда взрывчатое вещество содержит эмульсионное взрывчатое вещество.

Кроме того, оператор может подтверждать или модифицировать длину шпура, связанную с геологическим профилем, на основе фактической длины шпура по сравнению с длиной шпура, зарегистрированной во время бурения. Способ 200 может включать в себя модификацию длины последней группы или первой группы с учетом отклонений между длиной шпура, связанной с геологическим профилем, и фактической длиной шпура.

На фиг. 3 представлена блок-схема одного варианта осуществления способа 300 определения точек изменения геологического, приведенного в качестве примера для профиля твердости шпура. Способ 300, описанный со ссылкой на фиг. 3, могут выполнять посредством процессорной схемы, такой как процессорная схема 110 с фиг. 1. Используя подход накопительного суммирования, схема обработки может выполнять итеративный анализ профиля твердости и сравнивать накопленную разницу для каждой итерации со случайным "шумом". На основе сравнения с шумом можно определить уровень доверия для возможных точек изменения. Этот процесс может итерационно повторять для подмножеств значений точек твердости для идентификации любых дополнительных точек изменения.

Значения твердости могут быть включены в данные, генерируемые на основе бурения шпура, могут

быть сгенерированы на основе данных бурения, могут быть сгенерированы на основе сейсмических данных или могут быть независимо приняты процессорной схемой 110.

Способ 300 может включать в себя расчет 302 накопленной разницы между фактическими значениями твердости и средним значений твердости для шпура. Профиль жесткости может включать в себя значения твердости на инкрементной основе, например, на пофутовой основе. Если инкрементная основа единообразна, то каждый инкремент можно рассматривать в качестве сегмента для целей накопительного суммирования. Накопленную разницу ( $S_x$ ) можно определить посредством суммирования накопленной разницы ( $S_{x-1}$ ) предыдущих сегментов и разницы между жесткостью ( $H_1$ ) текущего сегмента и средней жесткостью ( $m_H$ ) из набора значений жесткости следующим образом:

$$S_x = S_{x-1} + (H_x - m_H) \text{ Уравнение 1}$$

Уравнение 1 может быть последовательно применено к каждому сегменту. При использовании этого конкретного подхода с накопленными суммами первая накопленная разница ( $S_0$ ) и последняя точка накопленных данных всегда будут равны нулю.

Способ 300 может дополнительно определять 304 первое пиковое значение накопленной разницы. Способы определения пиковых значений (которые могут быть положительными или отрицательными) могут включать в себя нанесение на график значения каждой разницы. Любые изменения направления в нанесенной на график накопленной разнице представляют изменение или потенциальную точку изменения в профиле твердости. Для определения изменений направления в данных можно использовать другие математические подходы.

Затем можно оценить изменение направления, чтобы определить, является ли изменение статистически значимым. Следовательно, схема обработки может протестировать возможную точку изменения, чтобы проверить, является ли она просто шумом, или в среднем действительно присутствует количественно измеримое изменение.

Способ 300 может дополнительно включать в себя сравнение 306 первого пикового значения со статистическим шумом в фактических значениях твердости и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум. Например, в одном варианте осуществления способ 300 располагает в случайном порядке фактические значения твердости для генерирования множества упорядоченных случайным образом профилей твердости. Затем способ 300 может рассчитывать накопленную разницу и пиковое значение для каждого из множества упорядоченных случайным образом профилей твердости. Способ 300 может сравнивать эти случайные пиковые значения с первым пиковым значением для определения процентной доли случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение.

Способ 300 может использовать сравнение первого пикового значения со статистическим шумом для определения 308 уровня доверия. Уровень доверия может дать представление о том, является ли первое пиковое значение точкой изменения. В представленном варианте осуществления уровень доверия сравнивается 310 с пороговым значением доверия. Способ идентифицирует 312 первое пиковое значение как точку изменения, если процентная доля случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение, меньше выбранного значения доверия. Например, в качестве порогового значения может быть задано 95%, и если процентная доля случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение, составляет менее 5%, точка идентифицируется как точка изменения. Пороговое значение доверия представляет собой параметр, который может быть задан пользователем, например, посредством схемы обработки.

Способ 300 может выполнять итерацию шагов для подмножества значений твердости. Подмножество может включать в себя значения между ранее идентифицированными точками изменения и границами шпура. Таким образом, способ 300 может идентифицировать любые дополнительные точки изменения посредством итерационного определения дополнительных пиковых значений частей значений твердости, ограниченных одной или более ранее определенными точками изменения, и сравнения каждого из дополнительных пиковых значений со статистическим шумом в соответствующих частях фактических значений твердости, и идентификации каждого из дополнительных пиковых значений как точки изменения, если каждое из дополнительных пиковых значений превышает статистический шум. Итеративный процесс может продолжаться до тех пор, пока пиковые значения для такого подмножества данных больше не будут давать точки изменения или пока не будет достигнуто максимальное число сегментов.

В некоторых вариантах осуществления точка изменения может быть отвергнута, даже если она имеет достаточно высокий уровень доверия, если точка изменения находится слишком близко к уже идентифицированной точке изменения. Например, если ранее идентифицированная, но слишком близкая, точка изменения имела более высокий уровень доверия, чем позднее идентифицированная точка изменения, то позднее идентифицированная точка изменения может быть отвергнута. Аналогично, если позднее идентифицированная, но слишком близкая точка изменения имела более высокий уровень доверия, чем ранее идентифицированная точка изменения, она может быть отвергнута. Минимальное расстояние между точками изменения может представлять собой параметр, задаваемый пользователем, или может определяться посредством схемы обработки на основе таких факторов, как чувствительность обо-

рудования и/или системы управления к изменениям значений управления процессом (например, изменение скорости потока химического газообразующего агента).

В некоторых вариантах осуществления схема обработки может быть выполнена с возможностью определения всех точек изменения в шпуре. В сценариях, в которых идентифицируют больше точек изменения, чем можно использовать, точки изменения могут ранжировать по уровню доверия, и использовать точки изменения с наивысшими уровнями доверия. Например, если система ограничена шестью различными сегментами, которые могут быть доставлены в шпур, но идентифицировано более пяти точек изменения, то будут использованы пять точек изменения с наивысшими уровнями доверия.

В некоторых ситуациях в шпуре не будет идентифицирована ни одна точка изменения. В таких ситуациях для шпура используют одну целевую плотность эмульсии. В других ситуациях будет идентифицировано множество точек изменения. В таких ситуациях будет идентифицировано множество групп с различными целевыми плотностями эмульсии.

На фиг. 4-11 представлены результаты конкретного варианта осуществления способа 300 согласно фиг. 3, примененного к примеру профиля 400 твердости. Следует понимать, что способ 300 можно применять к любому геологическому значению, а не только к значениям жесткости.

Процессорная схема, такая как процессорная схема 110 с фиг. 1 может принимать профиль 400 твердости и идентифицировать любые точки изменения посредством способа 300 согласно фиг. 3.

В частности, на фиг. 4 представлен пример профиля 400 твердости, нанесенного на график для шпура.

На фиг. 5A представлена накопленная разница 500 для профиля 400 твердости, нанесенного на график со случайным шумом 502. Пик 504 накопленной разницы 500 указывает на то, что в этой точке в шпуре была точка изменения. Случайный шум 502 использовали для обеспечения уверенности в том, что пик 504 представляет точку изменения.

Накопленную разницу ( $S_x$ ) определяли посредством суммирования накопленной разницы ( $S_{x-1}$ ) предыдущих сегментов и разницы между жесткостью ( $H_1$ ) текущего сегмента и средней жесткостью ( $m_H$ ) из набора значений жесткости следующим образом:

$$S_x = S_{x-1} + (H_x - m_H) \text{ Уравнение 1}$$

Средняя твердость для примера профиля 400 твердости с фиг. 4 составляет 425,03. При использовании этого конкретного подхода с накопленными суммами для первой накопленной разницы ( $S_0$ ) и последней точки накопленных данных был задан нуль. Применение Уравнения 1 к профилю 400 твердости согласно фиг. 4 дает следующие результаты:

$$S_1 = S_0 + (H_1 - m_H) = 0 + (209 - 425,03) = -216,03 \text{ Уравнение 2}$$

$$S_2 = S_1 + (H_2 - m_H) = -216,03 + (196 - 425,03) = -445,05 \text{ Уравнение 3}$$

$$S_3 = S_2 + (H_3 - m_H) = -445,05 + (189 - 425,03) = -681,08 \text{ Уравнение 4}$$

И так далее до...

$$S_{39} = S_{38} + (H_{39} - m_H) = -161,97 + (587 - 425,03) = 0,0 \text{ Уравнение 5}$$

На графике 501 нанесено значение каждого образца по оси у. По оси x представлен номер образца. Как показано на графике 501, нанесенные на график значения накопленной разницы дали в результате график с одним очень явным изменением направления (пик 504). Изменение направления представляет изменение, потенциальную точку изменения, в профиле твердости.

Однако изменение может не быть значимым. Для проведения тестирования случайный шум 502 сравнивали с накопленной разницей 500.

Для генерирования случайного шума 502 порядок образцов меняли на случайный порядок. Таким образом, вместо 1, 2, 3, 4 ... 39, порядком образцов мог быть 2, 13, 23, 11, 24 ... 32 или 4, 39, 2, 1... 17. Было создано множество таких упорядоченных случайным образом профилей твердости. Например, было создано 1000 случайных перестановок образцов профилей твердости. Накопленная разница для каждого из этих упорядоченных случайным образом профилей твердости была определена посредством итерационного использования Уравнения 1.

На фиг. 5B представлен график 550 распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы упорядоченных случайным образом профилей твердости. В показанном примере максимальное значение накопленной разницы 500 исходных образцов составляло ноль. Минимальное значение составляло 2404,49. Следовательно, разница между максимальным и минимальным значениями составляла 2404,49. Число случаев, когда случайные данные превышают разницу между максимальным и минимальным значением накопленной разницы 500, снижает вероятность присутствия точки изменения в пике 504. На фиг. 5B ни для одной из случайных перестановок не было превышено значение 2404,49. Следовательно, наблюдалось 100% доверие к тому, что точка изменения возникла в образце 19, где находился пик 504.

На фиг. 6 представлен профиль 400 жесткости с фиг. 4 с первой точкой 600 изменения, помеченной как идентифицированная посредством итеративного процесса накопительного суммирования, описанного применительно к фиг. 5A-5B. Процесс, использованный для нахождения первой точки 600 изменения, повторяли для подмножества образцов.

На фиг. 7A представлена накопленная разница 700 для сегментов 20-39 профиля твердости с фиг. 4,

нанесенного на график со случайным шумом 702. Случайный шум 702 был получен на основе значений одного и того же подмножества. Пик 704 накопленной разницы 700 указывал на то, что в этой точке в шпуре может быть точка изменения. Случайный шум 702 использовали для обеспечения уверенности в том, что пик 704 представляет точку изменения.

На фиг. 7В представлен график 750 распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы упорядоченных случайным образом профилей твердости. В представленном варианте осуществления максимальное значение накопленной разницы 700 исходных образцов составляет -41,75. Минимальное значение составляет 607,25. Следовательно, разница между максимальным и минимальным значениями составляет 649. Число случаев, когда случайные данные превышают разницу между максимальным и минимальным значением накопленной разницы 700, снижает вероятность присутствия точки изменения и пика 704. На фиг. 7В только для 1,1% случайных перестановок было превышено значение 649. Следовательно, наблюдалось 98,9% доверие к тому, что точка изменения возникла в сегменте 30, где находился пик 704.

На фиг. 8 представлен профиль 400 жесткости с фиг. 4 с первой точкой 600 изменения и второй точкой 800 изменения, помеченной как идентифицированная посредством итеративного процесса накопительного суммирования, описанного применительно к фиг. 5А-5В и 7А-7В. Процесс, использованный для нахождения первой точки 600 изменения, повторяли для подмножества образцов. Подмножества были ограничены по меньшей мере одной из точек изменения.

На фиг. 9А представлена накопленная разница 900 для сегментов 31-39 профиля твердости с фиг. 4, нанесенного на график со случайным шумом 902. Случайный шум 902 был получен на основе значений одного и того же подмножества. Пик 904 накопленной разницы 900 указывал на то, что в этой точке в шпуре была потенциальная точка изменения. Случайный шум 902 использовали для обеспечения уровня доверия в том, что пик 904 представляет точку изменения.

На фиг. 9В представлен график 950 распределения разницы между максимальными и минимальными значениями накопленной разницы случайных перестановок. В показанном примере разница между максимальным и минимальным значениями для исходных данных составляла 250,89. Как показано на фиг. 9В, для 7,1% случайных перестановок было превышено значение 250,89. Следовательно, наблюдалось 92,9% доверие к тому, что точка изменения возникла в сегменте 33, где находился пик 904. В этом примере для порогового значения было задано 95% доверие для снижения ложного обнаружения точек изменения. Следовательно, сегмент 33 не был идентифицирован как точка изменения.

На фиг. 10 представлен профиль 400 твердости с фиг. 4 с первой точкой 600 изменения, второй точкой 800 изменения и точкой 1000 без изменения, отмеченными как идентифицированные посредством итеративного процесса накопительного суммирования, описанного со ссылкой на фиг. 5А-5В, 7А-7В и 9А-9В.

Процесс, используемый для нахождения точек изменения, повторяли для подмножества образцов, при этом подмножество было ограничено либо точками изменения, либо границами данных (т.е. точкой 0 данных или точкой 42 данных), либо их комбинациями. Этот процесс повторяли для все более узких подмножеств образцов до тех пор, пока не был идентифицирован пик для конкретного подмножества, которое не было определено как точка изменения. Например, после того, как была идентифицирована точка 1000 без изменения, точки 31-39 данных (т.е. глубина углубления от 31 футов до 39 футов) дополнительно не оценивали на предмет дополнительных пиков или точек изменения. На фиг. 11 представлен профиль 400 твердости с фиг. 4 после анализа множества подмножеств на предмет изменения точек. Точки изменения были обнаружены в сегментах 5, 19 и 30 с уровнями доверия 99,5%, 100% и 98,4% соответственно. Были обнаружены дополнительные пики, которые были определены как точки без изменения, в сегментах 14, 26, 34 и 37 с уровнями доверия 49,8%, 83,3%, 93,7% и 69,6%, соответственно, таким образом, перед применением глубины забойки были идентифицированы четыре группы. Затем будет определено репрезентативное значение твердости для каждой из групп и назначена целевая плотность эмульсии.

На фиг. 12 представлен другой пример профиля твердости. Среднее значение твердости и стандартное отклонение такого среднего представлены в численном виде и на графике. Точки изменения были идентифицированы для профиля твердости с использованием того же процесса, который применяли для примера профиля 400 твердости. Данные твердости сегментировали на пофутовой основе. К профилю твердости была применена глубина забойки 17 футов. После применения глубины забойки оставалось три точки изменения. Точки изменения составляли приблизительно 22 фута, 25 футов и 32 фута и определяли четыре отдельные группы. Затем для каждой из групп определяли репрезентативное значение твердости и назначали целевую плотность эмульсии.

На фиг. 13 представлена структурная схема системы 1300 доставки взрывчатых веществ для автоматического изменения плотности эмульсионной матрицы в шпуре. Как показано, система 1300 доставки взрывчатых веществ может включать в себя процессор 1330, память 1340, интерфейс 1350 передачи данных и машиночитаемый носитель 1370 данных. Шина 1320 может взаимно соединять различные интегрированные и/или дискретные компоненты.

Процессор 1330 может представлять собой одно или более устройств общего назначения, таких как

микропроцессор Intel®, AMD® или другой стандартный микропроцессор. Процессор 1330 может представлять собой специализированное устройство обработки, такое как ASIC, SoC, SiP, FPGA, PAL, PLA, FPLA, PLD или другое настраиваемое или программируемое устройство. Процессор 1330 может выполнять распределенную (например, параллельную) обработку для выполнения или иной реализации функциональных возможностей раскрываемых в настоящем документе вариантов осуществления.

Машиночитаемый носитель 1370 данных может представлять собой статическое ОЗУ, динамическое ОЗУ, флеш-память, один или более триггеров, ПЗУ, CD-ROM, DVD, диск, ленту или магнитный, оптический или другой компьютерный носитель данных. Машиночитаемый носитель 1370 данных может включать в себя геологические данные 1380 и одну или более программ для анализа данных.

Например, машиночитаемый носитель 1370 данных может содержать профилировщик 1386 шпуров, эталонную таблицу 1382 плотности эмульсии и индекатор 1388 доверия. Профилировщик 1386 шпуров может принимать габаритные параметры шпура и определять любые точки изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит значения твердости, представляющие характеристики твердости вдоль длины шпура. Профилировщик 1386 шпуров может также сегментировать шпур на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Индекатор 1388 доверия может оценивать достоверность каждой точки изменения. Эталонную таблицу 1382 плотности эмульсии можно использовать для определения целевой плотности эмульсии в каждой группе. Контроллер 1360 может подготавливать сигнал для отправки смесителю для придания эмульсионному взрывчатому веществу целевой плотности, связанной с группой наполняемого шпура.

В табл. 1 приведен пример перечня информации, которая может быть включена в эталонную таблицу 1382 плотности эмульсии. Табл. 1, например, можно использовать с группами (т.е. сегментами), идентифицированными на фиг. 11 и 12 для определения целевой плотности эмульсии для каждой из групп. Например, при использовании алгоритма для расчета значений твердости на основе данных бурения алгоритм можно также использовать для приблизительного определения целевой плотности эмульсии для конкретных значений твердости в рамках генерирования табл. 1.

Аналогичным образом, также можно использовать вариации табл. 1, в которых используются геологические значения в дополнение к значениям твердости или вместо них. Приближенные значения, определенные посредством алгоритма, затем могут быть подтверждены или уточнены на основе опыта фактических пробных взрывов в материале, который необходимо взорвать.

Таблица 1

Выработка	Карьер	Уступ	Бур	Диаметр шпура	Твердость	Твердость	Плотность
					, мин.	, макс.	
ABC	1	2	046	12,25	100	200	1,06
ABC	1	2	046	12,25	201	300	1,08
ABC	1	2	046	12,25	301	400	1,10
ABC	1	2	046	12,25	401	500	1,12
ABC	1	2	046	12,25	501	600	1,14
ABC	1	2	046	12,25	601	700	1,16
ABC	1	2	046	12,25	701	800	1,18
ABC	1	2	046	12,25	801	900	1,20
ABC	1	2	046	12,25	901	1000	1,22
ABC	1	2	046	12,25	1001	1100	1,24
ABC	1	2	046	12,25	1101	1200	1,26
ABC	1	2	046	12,25	1201	1300	1,28
ABC	1	2	046	12,25	1301	1400	1,30
ABC	1	2	046	12,25	1401	1500	1,32

В некоторых вариантах осуществления эталонная таблица может быть адаптирована на основе до-

полнительных факторов. Например, переменные в эталонной таблице могут варьироваться на основе природы материала в грунте (например, гранит, песчаник, сланец), местоположения выработки и текущих условий. В некоторых вариантах осуществления система доставки взрывчатых веществ может не найти точки изменения и вместо этого использовать среднее значение каждого шпура и эталонную таблицу для идентификации плотности взрывчатого вещества для каждого углубления.

На фиг. 14 представлен вид сверху схемы 1400 взрыва, показывающей среднюю твердость каждого шпура в соответствии с одним вариантом осуществления. Профиль энергии может основываться на сегментированных и сгруппированных шпурах. В представленном варианте осуществления схема взрыва сегментирована на пять групп (например, 1402a-1402e). Каждая группа представляет один или более шпуров с аналогичными характеристиками твердости, ограниченными точками изменения. Протяженность схемы 1400 взрыва, где могут быть определены точки изменения значений твердости, может проходить вдоль каждого ряда или линии углублений в направлении линии наименьшего сопротивления. В некоторых вариантах осуществления точки изменения могут быть определены как в направлении пространственного разнесения, так и в направлении линии наименьшего сопротивления схемы взрыва. В некоторых вариантах осуществления точки изменения могут определяться порядно. В некоторых вариантах осуществления в качестве исходного местоположения может использоваться якорный шпур, а точки изменения определяют по линии в плане взрыва под множеством углов.

На фиг. 15 представлен способ сегментации и группировки шпуров на основе точек изменения в геологических значениях, таких как значения твердости. На фиг. 15 представлена блок-схема одного варианта осуществления способа 1500 доставки взрывчатых веществ. Способ 1500, описанный со ссылкой на фиг. 15, могут выполнять посредством процессорной схемы, такой как процессорная схема 110 с фиг. 1.

В этом варианте осуществления способ 1500 содержит прием 1502 геологического профиля и схемы взрыва. Геологический профиль может включать в себя геологические значения, представляющие одну или более геологических характеристик множества шпуров в плане взрыва. В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя получение данных бурения, содержащих геологические характеристики твердости, диаметр шпура и длину шпура. Эта информация может быть предоставлена напрямую посредством данных, принятых во время буровых работ, или может быть введена оператором. В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя прием сейсмических данных. В некоторых вариантах осуществления способ 1500 включает в себя генерирование профиля твердости на основе данных бурения и/или сейсмических данных.

Способ 1500 дополнительно включает в себя определение 1504 любых точек изменения, также иногда называемых точками излома, в геологическом профиле по координатам множества шпуров в плане взрыва. См. фиг. 4, где представлено, как один вариант осуществления находит точки изменения в геологическом профиле. В некоторых геологических профилях нет точек изменения. В результате этого для всего плана взрыва будет использоваться одна целевая плотность эмульсии. Следует пояснить, что даже если в плане нет точек изменения твердости по горизонтали, оператор все еще может использовать множество плотностей в каждом углублении по тем же причинам, по которым он может использовать множество сегментов в любом другом взрыве. В других геологических профилях есть одна или более точек изменения, например, множество точек изменения, в результате чего имеется множество групп с одной или более различными целевыми значениями плотности эмульсии. Например, точки изменения могут определять с помощью методики последовательного анализа, такого как методика накопленных сумм, или других методик, которые определяют уровень доверия для изменения в динамике в последовательности данных.

В некоторых вариантах осуществления плотность эмульсии могут изменять в шпуре. Например, пользователь может предварительно выбрать желаемый профиль для шпуров в схеме взрыва. Профиль может быть уникальным для каждого шпура, может применяться ко всем шпурам или к группе шпуров. Таким образом, распределение энергии в каждом углублении может изменяться в зависимости от предварительно выбранного профиля.

Следует понимать, что раскрытые способы изменения энергии взрыва взрывчатых веществ в шпуре можно применять для реализации любого числа желательных профилей энергии взрыва активированного продукта. Например, может быть желательно наличие взрывчатого вещества более низкой плотности в верхней части шпура и взрывчатого вещества более высокой плотности в нижней части шпура. Например, распределение энергии в шпуре может быть приблизительно пирамидальным. В другом примере профиль энергии может иметь взрывчатое вещество более высокой плотности в верхней части шпура. Полученное в результате распределение энергии в шпуре может представлять собой перевернутую пирамиду. В еще одном примере взрывчатое вещество возле средней секции шпура может иметь более высокую плотность, чем в верхней или в нижней части, в результате чего получается распределение энергии выпуклой формы.

Способ 1500 дополнительно включает в себя сегментацию 1506 множества шпуров на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения по координатам множества шпуров. Способ 1500 дополнительно включает в себя определение 1508 репрезентативного геологиче-

ского значения для каждой группы. Репрезентативное геологическое значение может быть идентифицировано по распределению вероятностей, среднему геологическому значению, максимальному геологическому значению или минимальному геологическому значению для конкретной группы. Примеры распределения вероятностей включают в себя среднее значение, медианное значение или моду геологических значений для конкретной группы.

Способ 1500 дополнительно включает в себя определение 1510 целевого значения энергии взрыва, такого как целевая плотность эмульсии, для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, таким образом генерируя целевой профиль энергии взрыва, содержащий целевые значения энергии взрыва для каждого шпура во множестве шпуров. В некоторых вариантах осуществления определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы содержит осуществление доступа к таблице и нахождение целевого значения энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой. Таблица может включать в себя целевые значения энергии взрыва для множества геологических значений.

Целевые значения энергии взрыва могут быть найдены на основе алгоритма, на основе предыдущего опыта или их комбинации. Например, в вариантах осуществления, в которых для генерирования профиля твердости на основе данных бурения и/или сейсмических данных используют алгоритм, генерируемые значения твердости могут представлять собой относительные значения, а не абсолютные значения. При генерировании относительных значений может быть полезно производить один или более пробных зарядов на месте взрыва и сравнивать показатели эффективности для различных целевых значений энергии взрыва при определенных значениях твердости в пробных шпурах. Например, таким образом можно осуществлять тонкую корректировку целевых плотностей эмульсии в соотношении с конкретными значениями твердости. Или, иными словами, для выходных данных алгоритма, используемого для генерирования профиля твердости, можно осуществлять тонкую корректировку с помощью одного или более пробных взрывов. Таким образом, целевые плотности эмульсии генерируют целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура. Целевой профиль энергии, такой как целевой профиль плотности, может быть модифицирован посредством глубины забойки, местоположения и длины воздушной подушки, других областей без эмульсионного взрывчатого вещества или их комбинаций.

Способ 1500 может дополнительно включать в себя управление 1514 скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для достижения целевого значения энергии взрыва для группы, связанной с наполняемым шпуром. Например, способ 1500 может определять шпур на основании местоположения GPS или относительно предыдущего шпура и регулировать взрывчатое вещество в соответствии с целевым значением энергии взрыва, связанным с группой, частью которой является шпур, например, посредством регулирования плотности взрывчатого вещества, когда взрывчатое вещество содержит эмульсионную взрывчатку.

Способ 1500 может дополнительно включать в себя подтверждение или ввод оператором глубины любой воды, присутствующей в шпуре. Целевая плотность эмульсии для взрывчатых веществ, контактирующих с водой, может автоматически повышаться до более  $1 \text{ г/см}^3$ , если целевая плотность эмульсии для группы уже не составляла более  $1 \text{ г/см}^3$ .

В некоторых вариантах осуществления могут выполнять только часть шагов способа 1500. Например, когда геологический профиль генерируют, а не принимают, этап 1502 могут не выполнять. В еще одном примере в некоторых вариантах осуществления могут выполнять только шаги 1504-1510. Дополнительно, в некоторых вариантах осуществления некоторые шаги способа 1500 могут комбинировать в один шаг.

На фиг. 16 представлена структурная схема системы 1600 доставки взрывчатых веществ для автоматического изменения плотности эмульсионной матрицы между шпурами в схеме взрыва. Как показано, система 1600 доставки взрывчатых веществ может включать в себя процессор 1630, память 1640, интерфейс 1650 передачи данных и машиночитаемый носитель 1670 данных. Шина 1620 может взаимно соединять различные интегрированные и/или дискретные компоненты.

Процессор 1630 может представлять собой одно или более устройств общего назначения, таких как микропроцессор Intel®, AMD® или другой стандартный микропроцессор. Процессор 1630 может представлять собой специализированное устройство обработки, такое как ASIC, SoC, SiP, FPGA, PAL, PLA, FPLA, PLD или другое настраиваемое или программируемое устройство. Процессор 1630 может выполнять распределенную (например, параллельную) обработку для выполнения или иной реализации функциональных возможностей раскрываемых в настоящем документе вариантов осуществления.

Машиночитаемый носитель 1670 данных может представлять собой статическое ОЗУ, динамическое ОЗУ, флеш-память, один или более триггеров, ПЗУ, CD-ROM, DVD, диск, ленту или магнитный, оптический или другой компьютерный носитель данных. Машиночитаемый носитель 1670 данных может включать в себя геологические данные 1680 и одну или более программ для анализа данных.

Например, машиночитаемый носитель 1670 данных может содержать профилировщик 1686 планов взрыва, эталонную таблицу 1682 плотности эмульсии и индексатор 1688 доверия. Профилировщик 1686 планов взрыва может получать габаритные параметры плана взрыва и местоположение шпуров и опре-

делять любые точки изменения в геологическом профиле или плане взрыва. В некоторых вариантах осуществления геологический профиль содержит среднее геологическое значение для каждого шпура. Профилировщик 1686 планов взрыва может также сегментировать шпуры плана взрыва на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения. Индексатор 1688 доверия может оценивать достоверность каждой точки изменения. Эталонную таблицу 1682 плотности эмульсии можно использовать для определения целевой плотности эмульсии в каждой группе. Контроллер 1660 может подготавливать сигнал для отправки смесителю для придания эмульсионному взрывчатому веществу целевой плотности, связанной с наполняемым шпуrom.

В табл. 1 приведен пример перечня информации, которая может быть включена в эталонную таблицу 1682 плотности эмульсии. Табл. 1, например, можно использовать с группами (т.е. сегментами), идентифицированными в рамках способа 300 для определения целевой плотности эмульсии для каждой из групп. Например, при использовании алгоритма для расчета значений твердости на основе данных бурения алгоритм можно также использовать для приблизительного определения целевой плотности эмульсии для конкретных значений твердости в рамках генерирования табл. 1. Аналогичным образом, также можно использовать вариации табл. 1, в которых используются геологические значения в дополнение к значениям твердости или вместо них. Приближенные значения, определенные посредством алгоритма, затем могут быть подтверждены или уточнены на основе опыта фактических пробных взрывов в материале, который необходимо взорвать.

#### Примеры

Пример 1. Система доставки взрывчатых веществ, содержащая: первый резервуар, выполненный с возможностью хранения агента-модулятора энергии; второй резервуар, выполненный с возможностью хранения энергетического вещества; смеситель, выполненный с возможностью комбинирования энергетического вещества и агента-модулятора энергии во взрывчатое вещество, при этом смеситель функционально соединен с первым резервуаром и вторым резервуаром; устройство доставки, функционально соединенное со смесителем, первым резервуаром и вторым резервуаром, при этом устройство доставки выполнено с возможностью доставки взрывчатого вещества в шпур; и процессорную схему для: приема схемы взрыва, содержащей данные о местоположении множества шпуров; приема геологических значений, связанных со множеством шпуров; сегментации схемы взрыва на одну или более групп шпуров; определения целевой энергии взрыва для каждой группы шпуров на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы шпуров и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждого шпура во множестве шпуров; и управления скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для доставки, посредством устройства доставки, взрывчатого вещества с целевым значением энергии взрыва в шпур в соответствии с целевым профилем энергии.

Пример 2. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 1, в которой геологические значения представляют геологические характеристики множества шпуров, и в которой геологические значения содержат среднее геологическое значение для каждого из множества шпуров.

Пример 3. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 1, в которой доступное количество взрывчатого вещества используют для определения целевой энергии взрыва для каждой группы.

Пример 4. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 1, в которой процессорная схема выполнена с возможностью определения любых точек изменения в геологических значениях по протяженности схемы взрыва.

Пример 5. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 4, в которой протяженность схемы взрыва, где процессорная схема должна определить любые точки изменения в геологических значениях, содержит ряд шпуров.

Пример 6. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 5, в которой процессорная схема выполнена с возможностью определения точек изменения для каждого ряда шпуров и сегментирования каждого ряда шпуров.

Пример 7. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 1, в которой процессорная схема дополнительно служит для: определения того, что взрывчатое вещество было доставлено в первую группу шпуров при первом значении энергии и что взрывчатое вещество должно быть доставлено при втором значении энергии во вторую группу шпуров; и модификации скорости потока агента-модулятора энергии таким образом, чтобы взрывчатое вещество, доставляемое устройством доставки во вторую группу шпуров, имело целевое значение энергии взрыва, связанное со второй группой шпуров.

Пример 8. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-7, дополнительно содержащая запоминающее устройство для хранения таблицы, содержащей целевые значения энергии взрыва для множества репрезентативных геологических значений, при этом для определения целевого значения энергии взрыва для каждой группы шпуров процессорная схема осуществляет доступ к таблице и находит целевое значение энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой шпуров.

Пример 9. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 8, в которой целевое значение энергии взрыва, связанное с каждым репрезентативным геологическим значением, основано по меньшей ме-

ре частично на эффективности взрыва одного или более пробных зарядов.

Пример 10. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-9, в которой агент-модулятор энергии содержит агент для уменьшения плотности, при этом энергетическое вещество содержит эмульсионную матрицу, при этом взрывчатое вещество содержит эмульсионное взрывчатое вещество, при этом целевые значения энергии взрыва содержат целевые значения плотности эмульсии для каждого из шпуров, и при этом целевой профиль энергии содержит целевой профиль плотности для каждого из шпуров.

Пример 11. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 10, в которой агент для уменьшения плотности содержит химический газообразующий агент.

Пример 12. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-11, в которой процессорная схема дополнительно служит для приема геологического профиля.

Пример 13. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-12, в которой процессорная схема дополнительно служит для генерирования геологического профиля на основе геологических данных.

Пример 14. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 13, в которой процессорная схема процессора дополнительно служит для приема данных бурения, данных по буровому шламу, данных по керновым пробам, сейсмических данных или их комбинаций.

Пример 15. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 13, в которой процессорная схема дополнительно служит для определения геологических данных прямо или опосредованного на основе одного или более источников.

Пример 16. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-15, в которой процессорная схема дополнительно служит для определения репрезентативного геологического значения для каждой группы.

Пример 17. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 16, в которой репрезентативное геологическое значение определяют по распределению вероятностей, максимальному значению или минимальному значению.

Пример 18. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-17, в которой устройство доставки содержит загрузочную трубу, а смеситель расположен проксимально к выпуску загрузочной трубы.

Пример 19. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 18, в которой загрузочная труба выполнена с возможностью введения агента для уменьшения плотности в эмульсионную матрицу проксимально к впуску смесителя.

Пример 20. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-18, в которой агент-модулятор энергии содержит нитрат аммония с дизельным топливом (ANFO).

Пример 21. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1-20, в которой процессорная схема, которая служит для сегментации схемы взрыва на одну или более групп шпуров, служит для сегментации схемы взрыва на одну или более групп шпуров, разделенных любыми идентифицированными точками изменения.

Пример 22. Способ доставки взрывчатых веществ, включающий: прием схемы взрыва, содержащей координаты множества шпуров; прием геологического профиля, содержащего геологические значения, представляющие геологические характеристики множества шпуров; определение любых точек изменения в геологических значениях по координатам множества шпуров; сегментацию множества шпуров на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения по координатам множества шпуров; определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы и, таким образом, генерирование целевого профиля энергии взрыва, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждого шпура во множестве шпуров; и доставку взрывчатого вещества во множество шпуров со значениями энергии взрыва в соответствии с целевым профилем энергии взрыва.

Пример 23. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 22, в котором определение любых точек изменения включает: расчет накопленной разницы между геологическими значениями для каждого из множества шпуров и среднее геологических значений для всех из множества шпуров, при этом порядок геологических значений для каждого из множества шпуров основан на координатах множества шпуров; и определение первого пикового значения накопленной разницы.

Пример 24. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 23, дополнительно включающий в себя сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в геологических значениях для каждого из множества шпуров и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум.

Пример 25. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 24, в котором сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в геологических значениях для каждого из множества шпуров и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум, включает: расположение в случайном порядке геологических значений для каждого из множества шпуров для генерирования множества упорядоченных случайным образом геоло-

гических профилей; расчет накопленной разницы и пикового значения для каждого из множества упорядоченных случайным образом геологических профилей; определение процентной доли случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение; и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если процентная доля меньше выбранного значения доверия.

Пример 26. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 22-26, дополнительно включающий в себя идентификацию любых дополнительных точек изменения посредством итерационного определения дополнительных пиковых значений частей геологических значений, ограниченных одной или более ранее определенными точками изменения, и сравнения каждого из дополнительных пиковых значений со статистическим шумом в соответствующих частях геологических значений для каждого из множества шпуров, и идентификации каждого из дополнительных пиковых значений как точки изменения, если каждое из дополнительных пиковых значений превышает статистический шум.

Пример 27. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 22-26, в котором определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы включает определение целевого значения плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и в котором целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности эмульсионного взрывчатого вещества.

Пример 28. Энергонезависимые машиночитаемые носители, содержащие команды, при выполнении которых одним или более процессорами система доставки взрывчатых веществ: принимает габаритные параметры схемы взрыва; определяет любые точки изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические в каждом шпуре схемы взрыва; сегментирует схему взрыва на одну или более групп шпуров, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; и определяет целевую плотность эмульсии для каждой группы шпуров на основе репрезентативного геологического значения, таким образом генерируя целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии для каждого шпура схемы взрыва.

Пример 29. Энергонезависимые машиночитаемые носители по примеру 28, дополнительно содержащие управление доставкой эмульсионного взрывчатого вещества в шпур со значением плотности в соответствии с целевым профилем плотности.

Пример 30. Способ определения профиля плотности эмульсионного взрывчатого вещества для шпура, при этом способ включает в себя: определение любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура; сегментацию шпура на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; и определение целевой плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирование целевого профиля плотности, содержащего целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура.

Пример 31. Система доставки взрывчатых веществ, содержащая: первый резервуар, выполненный с возможностью хранения агента-модулятора энергии; второй резервуар, выполненный с возможностью хранения энергетического вещества; смеситель, выполненный с возможностью комбинирования энергетического вещества и агента-модулятора энергии во взрывчатое вещество, при этом смеситель функционально соединен с первым резервуаром и вторым резервуаром; устройство доставки, функционально соединенное со смесителем, первым резервуаром и вторым резервуаром, при этом устройство доставки выполнено с возможностью доставки взрывчатого вещества в шпур; и процессорную схему для: приема схемы взрыва, содержащей данные о местоположении множества шпуров; приема геологических значений, связанных со множеством шпуров; сравнения геологических значений со значениями в эталонной таблице для определения целевой энергии взрыва для каждого шпура на основе среднего геологического значения для каждого шпура и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждого шпура во множестве шпуров; и управления скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для доставки, посредством устройства доставки, взрывчатого вещества с целевым значением энергии взрыва в шпур в соответствии с целевым профилем энергии.

Пример 32. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 31, в которой целевые значения энергии взрыва в эталонной таблице изменяются в зависимости от типа материала в грунте и местоположения схемы взрыва.

Пример 33. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 1 или 31, дополнительно содержащая определение вариации плотности для целевого профиля энергии для каждого шпура на основе предварительно выбранного профиля.

Пример 34. Система доставки взрывчатых веществ, содержащая: первый резервуар, выполненный с возможностью хранения агента-модулятора энергии; второй резервуар, выполненный с возможностью хранения энергетического вещества; смеситель, выполненный с возможностью комбинирования энергетического вещества и агента-модулятора энергии во взрывчатое вещество, при этом смеситель функционально соединен с первым резервуаром и вторым резервуаром; устройство доставки, функционально соединенное со смесителем, первым резервуаром и вторым резервуаром, при этом устройство доставки

выполнено с возможностью доставки взрывчатого вещества в шпур; и процессорную схему для: приема габаритных параметров шпура; определения любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура; сегментации шпура на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; определения целевой энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии, содержащего целевые значения энергии взрыва вдоль длины шпура; и управления скоростью потока агента-модулятора энергии в смеситель для изменения энергии взрывчатого вещества по мере необходимости в соответствии с целевым профилем энергии.

Пример 35. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 34, в которой процессорная схема дополнительно служит для: определения того, что первая группа взрывчатых веществ при первом значении энергии была доставлена в шпур и что вторая группа взрывчатых веществ при втором значении энергии должна быть доставлена в шпур; и модификации скорости потока агента-модулятора энергии таким образом, чтобы взрывчатое вещество, доставляемое устройством доставки, имело целевое значение энергии взрыва, связанное со второй группой взрывчатых веществ.

Пример 36. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 34 или примеру 35, дополнительно содержащая запоминающее устройство для хранения таблицы, содержащей целевые значения энергии взрыва для множества репрезентативных геологических значений, при этом для определения целевого значения энергии взрыва для каждой группы процессорная схема осуществляет доступ к таблице и находит целевое значение энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой.

Пример 37. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 36, в которой целевое значение энергии взрыва, связанное с каждым репрезентативным геологическим значением, основано по меньшей мере частично на эффективности взрыва одного или более пробных зарядов.

Пример 38. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-37, в которой агент-модулятор энергии содержит агент для уменьшения плотности, при этом энергетическое вещество содержит эмульсионную матрицу, при этом взрывчатое вещество содержит эмульсионное взрывчатое вещество, при этом целевые значения энергии взрыва содержат целевые значения плотности эмульсии, и при этом целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности.

Пример 39. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 35, в которой агент для уменьшения плотности содержит химический газообразующий агент.

Пример 40. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-39, в которой процессорная схема дополнительно служит для приема геологического профиля.

Пример 41. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-40, в которой процессорная схема дополнительно служит для генерирования геологического профиля на основе геологических характеристик твердости.

Пример 42. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 41, в которой процессорная схема процессора дополнительно служит для приема данных бурения, диаметра шпура и длины шпура.

Пример 43. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-42, в которой процессорная схема дополнительно служит для определения репрезентативного геологического значения для каждой группы.

Пример 44. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 43, в которой репрезентативное геологическое значение определяют по распределению вероятностей, максимальному значению или минимальному значению.

Пример 45. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-44, в которой процессорная схема дополнительно служит для мониторинга скорости доставки эмульсионной матрицы для определения, на основании габаритных параметров шпура, текущей группы шпура.

Пример 46. Система доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 34-45, в которой устройство доставки содержит загрузочную трубу, а смеситель расположен проксимально к выпуску загрузочной трубы.

Пример 47. Система доставки взрывчатых веществ по примеру 46, в которой загрузочная труба выполнена с возможностью введения агента для уменьшения плотности в эмульсионную матрицу проксимально к впуску смесителя.

Пример 48. Способ доставки взрывчатых веществ, включающий: прием габаритных параметров шпура; определение любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура; сегментацию шпура на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии взрыва, содержащего целевые значения энергии взрыва вдоль длины шпура; и доставку взрывчатого вещества в шпур со значениями энергии взрыва в соответствии с целевым профилем энергии взрыва.

Пример 49. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 48, в котором определение любых точек изменения включает: расчет накопленной разницы между фактическими геологическими значениями и средним геологическим значением для шпура; и определение первого пикового значения накопленной разницы.

Пример 50. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 49, дополнительно включающий в себя сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в фактических геологических значениях и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум.

Пример 51. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 50, в котором сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в фактических геологических значениях и идентификация первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум, включает: расположение в случайном порядке фактических геологических значений для генерирования множества упорядоченных случайным образом геологических профилей; расчет накопленной разницы и пикового значения для каждого из множества упорядоченных случайным образом геологических профилей; определение процентной доли случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение; и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если процентная доля меньше выбранного значения доверия.

Пример 52. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-51, дополнительно включающий в себя идентификацию любых дополнительных точек изменения посредством итерационного определения дополнительных пиковых значений частей геологических значений, ограниченных одной или более ранее определенными точками изменения, и сравнения каждого из дополнительных пиковых значений со статистическим шумом в соответствующих частях фактических геологических значений, и идентификации каждого из дополнительных пиковых значений как точки изменения, если каждое из дополнительных пиковых значений превышает статистический шум.

Пример 53. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-52, в котором определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы содержит определение целевого значения плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и в котором целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности эмульсионного взрывчатого вещества, и дополнительно содержащий определение максимального числа изменений плотности, достижимого посредством оборудования системы доставки и/или системы управления.

Пример 54. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 53, в котором определение максимального числа изменений плотности, достижимого посредством оборудования системы доставки, включает оценку следующего: параметры шпура, скорость потока оборудования системы доставки и система управления для оборудования системы доставки.

Пример 55. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 54, в котором параметры шпура включают в себя длину шпура и диаметр шпура.

Пример 56. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-55, дополнительно содержащий модификацию целевого профиля энергии взрыва посредством длины забойки, местоположения и длины воздушной подушки, другого участка без взрывчатого вещества или их комбинаций.

Пример 57. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-56, в котором не идентифицированы точки изменения и для шпура используют одно целевое значение энергии взрыва.

Пример 58. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-57, в котором идентифицируют множество точек изменения, в результате чего имеется множество групп с различными значениями энергии взрыва.

Пример 59. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из примеров 48-58, в котором присутствует три или более различных групп.

Пример 60. Энергонезависимые машиночитаемые носители, содержащие команды, при выполнении которых одним или более процессорами система доставки взрывчатых веществ: принимает габаритные параметры шпура; определяет любые точки изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура; сегментирует шпур на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; и определяет целевую плотность эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения, таким образом, генерируя целевой профиль плотности, содержащий целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура.

Пример 61. Энергонезависимые машиночитаемые носители по примеру 60, дополнительно содержащие управление доставкой эмульсионного взрывчатого вещества в шпур со значениями плотности в соответствии с целевым профилем плотности.

Пример 62. Способ определения профиля плотности эмульсионного взрывчатого вещества для шпура, при этом способ включает в себя: определение любых точек изменения в геологическом профиле, при этом геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура; сегментацию шпура на одну или более групп, разделенных любыми

идентифицированными точками изменения; и определение целевой плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирование целевого профиля плотности, содержащего целевые значения плотности эмульсии вдоль длины шпура.

Пример 63. Способ доставки взрывчатых веществ, включающий: прием габаритных параметров шпура; определение любых точек изменения в геологическом профиле; сегментацию геологического профиля на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения; определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы и, таким образом, генерирование целевого профиля энергии взрыва, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждой группы; и доставку взрывчатого вещества со значениями энергии взрыва в соответствии с целевым профилем энергии взрыва.

Пример 64. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 63, в котором геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура.

Пример 65. Способ доставки взрывчатых веществ по примеру 63, в котором геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль схемы взрыва.

Среднему специалисту в данной области, с учетом ознакомления с настоящим раскрытием, будет понятно, что системы и способы, раскрываемые в настоящем документе, могут также включать в себя другие компоненты и шаги способов. Например, оборудование системы доставки, такое как грузовой автомобиль 102, описываемый в настоящем документе, может включать в себя дополнительные резервуары для содержания дополнительных добавок к взрывчатым веществам, таких как агент-регулятор pH и/или ускоритель газообразования, функционально соединенные с другими системами доставки грузового автомобиля 102. Аналогичным образом, оборудование системы доставки, такое как грузовой автомобиль 102, может включать в себя дополнительное оборудование, такое как гомогенизаторы, дополнительные смесители и т. д. Управление всеми этими дополнительными компонентами могут осуществлять системы управления, описанные в настоящем документе.

Раскрытые в настоящем документе примеры и варианты осуществления следует толковать лишь в качестве иллюстраций и примеров, которые ни в коей мере не ограничивают объем настоящего раскрытия. Специалистам в данной области, с учетом преимущества настоящего раскрытия, будет очевидно, что в отдельные аспекты описанных выше вариантов осуществления можно внести изменения без отклонения от основных принципов раскрытия, представленного в настоящем документе.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

##### 1. Способ доставки взрывчатых веществ, включающий:

определение любых точек изменения в геологическом профиле, где геологический профиль содержит значения твердости вдоль длины шпура или вдоль схемы взрыва, а точка изменения представляет собой статистически значимое изменение в геологическом профиле вдоль длины шпура или вдоль схемы взрыва;

сегментацию геологического профиля на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения;

определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы и, таким образом, генерирование целевого профиля энергии взрыва, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждой группы, причем целевое значение энергии взрыва включает в себя уровень энергии взрывчатого вещества, целевой профиль плотности связывает целевые значения энергии взрыва с упомянутыми одной или более группами, а репрезентативные геологические значения представляют собой значения, выбранные для репрезентативных геологических характеристик внутри каждой группы сегментированного геологического профиля; и

доставку взрывчатого вещества в каждую группу в пределах геологического профиля со значением энергии взрыва, изменяющимся в соответствии с целевым профилем энергии взрыва, причем значение энергии взрыва взрывчатого вещества изменяют посредством регулирования скорости потока агента-модулятора энергии в процессе доставки взрывчатого вещества.

2. Способ доставки взрывчатых веществ по п.1, в котором геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль длины шпура.

3. Способ доставки взрывчатых веществ по п.1, в котором геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль схемы взрыва.

4. Способ доставки взрывчатых веществ по п.1, в котором определение любых точек изменения в геологическом профиле включает:

расчет накопленной разницы между фактическими геологическими значениями и средним геологическими значениями; и

определение первого пикового значения накопленной разницы.

5. Способ доставки взрывчатых веществ по п.4, дополнительно включающий в себя сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в фактических геологических значениях и идентифи-

кацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум.

6. Способ доставки взрывчатых веществ по п.5, в котором сравнение первого пикового значения со статистическим шумом в фактических геологических значениях и идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если первое пиковое значение превышает статистический шум, включает:

расположение в случайном порядке фактических геологических значений для генерирования множества упорядоченных случайным образом геологических профилей;

расчет накопленной разницы и пикового значения для каждого из множества упорядоченных случайным образом геологических профилей;

определение процентной доли случайных пиковых значений, которые превышают первое пиковое значение; и

идентификацию первого пикового значения как точки изменения, если процентная доля меньше выбранного значения доверия.

7. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из пп.1-5, в котором определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы включает определение целевого значения плотности эмульсии для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и в котором целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности эмульсионного взрывчатого вещества.

8. Способ доставки взрывчатых веществ по п.7, в котором определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы дополнительно включает определение максимального числа изменений плотности, достижимого посредством оборудования системы доставки, причем оборудование системы доставки включает в себя оборудование для доставки взрывчатого вещества и автоматического регулирования целевого значения плотности эмульсии и/или систему управления, и в котором определение максимального числа изменений плотности, достижимого посредством оборудования системы доставки, включает оценку следующего: параметры шпура, скорость потока оборудования системы доставки и система управления для оборудования системы доставки.

9. Способ доставки взрывчатых веществ по любому из пп.1-5, в котором определение целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы включает определение целевого значения плотности для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, а целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности взрывчатого вещества.

10. Система доставки взрывчатых веществ, содержащая: процессорную схему для:

определения любых точек изменения в геологическом профиле, где геологический профиль содержит значения твердости вдоль длины шпура или вдоль схемы взрыва, а точка изменения представляет собой статистически значимое изменение в геологическом профиле вдоль длины шпура или вдоль схемы взрыва;

сегментации геологического профиля на одну или более групп, разделенных любыми идентифицированными точками изменения;

определения целевого значения энергии взрыва для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждой группы, при этом целевое значение энергии взрыва содержит уровень энергии взрывчатого вещества, целевой профиль энергии связывает целевые значения энергии взрыва с упомянутыми одной или более группами, а репрезентативные геологические значения представляют собой значения, выбранные для репрезентативных геологических характеристик внутри каждой группы сегментированного геологического профиля,

причем определение значения целевой энергии взрыва для каждой группы включает в себя определение значения целевой плотности взрывчатого вещества для каждой группы на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, а целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности взрывчатого вещества; и

устройство доставки для:

управления скоростью потока агента-модулятора энергии для изменения энергии взрывчатого вещества в соответствии с целевым профилем энергии, причем значение энергии взрыва взрывчатого вещества изменяется посредством регулировки скорости потока агента-модулятора энергии в процессе доставки взрывчатого вещества.

11. Система доставки взрывчатых веществ по п.10, в которой геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль схемы взрыва или вдоль длины шпура.

12. Система доставки взрывчатых веществ по п.10, дополнительно содержащая:

первый резервуар, выполненный с возможностью хранения агента-модулятора энергии;

второй резервуар, выполненный с возможностью хранения энергетического вещества; и

смеситель, выполненный с возможностью комбинирования энергетического вещества и агента-

модулятора энергии во взрывчатое вещество, причем смеситель функционально соединен с первым резервуаром и вторым резервуаром,

при этом устройство доставки функционально соединено со смесителем, первым резервуаром и вторым резервуаром, и устройство доставки выполнено с возможностью доставки взрывчатого вещества в шпур.

13. Система доставки взрывчатых веществ по любому из пп.10-12, дополнительно содержащая запоминающее устройство для хранения таблицы, содержащей целевые значения энергии взрыва для множества репрезентативных геологических значений, при этом для определения целевого значения энергии взрыва для каждой группы процессорная схема осуществляет доступ к таблице и находит целевое значение энергии взрыва на основе репрезентативного геологического значения, связанного с каждой группой.

14. Система доставки взрывчатых веществ по любому из пп.10-13, в которой агент-модулятор энергии содержит агент для уменьшения плотности, и взрывчатое вещество содержит эмульсионное взрывчатое вещество, причем целевые значения энергии взрыва содержат целевые значения плотности эмульсии, и целевой профиль энергии взрыва содержит целевой профиль плотности.

15. Система доставки взрывчатых веществ по любому из пп.10-14, в которой процессорная схема дополнительно служит для генерирования геологического профиля на основе геологических данных, причем геологические данные опционально включают в себя данные, определенные прямо или опосредованно на основе сейсмических данных, данных бурения, буровых шламов, керновых проб или их комбинаций, и при этом, опционально, буровые шламы и/или керновые пробы могут быть анализированы с использованием рентгеновской или гамма-флуоресценции, сканирующей электронной микроскопии и методик спектроскопии и микроскопии и их комбинаций.

16. Система доставки взрывчатых веществ по п.15, в которой процессорная схема дополнительно служит для приема данных бурения, диаметра шпура и длины шпура.

17. Система доставки взрывчатых веществ по любому из пп.10-16, в которой устройство доставки дополнительно служит для мониторинга скорости доставки эмульсионной матрицы для определения, на основании габаритных параметров шпура, текущей группы шпура.

18. Система доставки взрывчатых веществ по любому из пп.10-17, в которой процессорная схема дополнительно служит для приема данных обратной связи, содержащих данные о размере фрагментации от предыдущего взрыва, и регулировки целевого профиля энергии для будущего взрыва таким образом, чтобы фрагменты в будущем были ближе к целевому размеру.

19. Способ определения профиля плотности эмульсионного взрывчатого вещества для схемы взрыва, при этом способ включает в себя:

определение любых точек изменения в геологическом профиле, причем геологический профиль содержит геологические значения, представляющие геологические характеристики вдоль схемы взрыва, и точки изменения определяют как в направлении линии наименьшего сопротивления, так и в направлении пространственного разнесения, при этом геологический профиль содержит значения твердости вдоль схемы взрыва, и точка изменения представляет собой статистически значимое изменение в геологическом профиле вдоль схемы взрыва;

сегментацию схемы взрыва на одну или более групп шпуров, разделенных любыми идентифицированными точками изменения;

определение целевой плотности эмульсии для каждой группы шпуров на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы, и, таким образом, генерирование целевого профиля плотности, содержащего целевые значения плотности эмульсии вдоль схемы взрыва, причем целевое значение плотности эмульсии включает в себя плотность взрывчатого вещества, целевой профиль плотности связывает целевые значения плотности эмульсии с упомянутыми одной или более группами, а репрезентативные геологические значения представляют собой значения, выбранные для репрезентативных геологических характеристик внутри каждой группы сегментированной схемы взрыва; и

доставку взрывчатого вещества в каждую группу шпуров со значением плотности, изменяющимся согласно целевому профилю плотности, причем значение плотности взрывчатого вещества изменяют посредством регулировки скорости потока агента-модулятора энергии в процессе доставки взрывчатого вещества.

20. Система доставки взрывчатых веществ, содержащая:

процессорную схему для:

приема схемы взрыва, содержащей данные о местоположении множества шпуров;

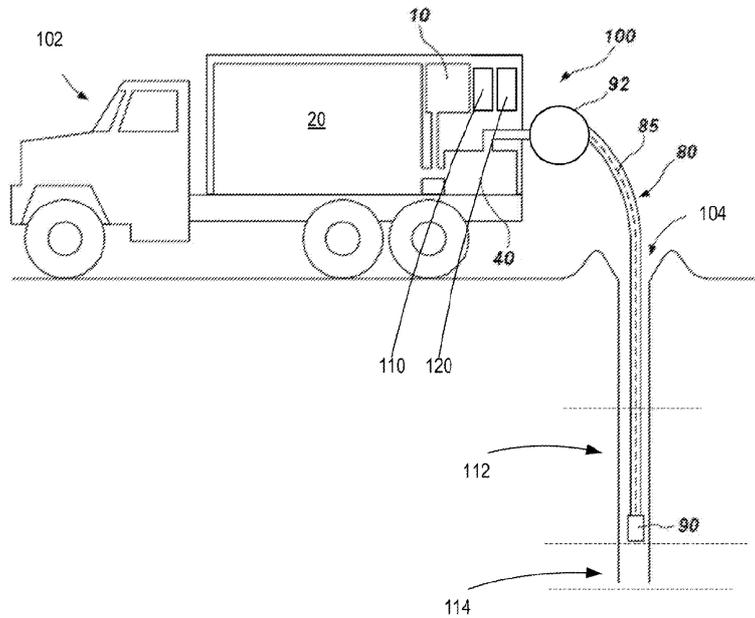
приема геологических значений, связанных с упомянутым множеством шпуров;

сегментации схемы взрыва на одну или более групп шпуров, причем схема взрыва сегментируется как в направлении пространственного разнесения, так и в направлении линии наименьшего сопротивления схемы взрыва, и каждая группа включает в себя шпуры с подобными геологическими характеристиками, ограниченные точками изменения;

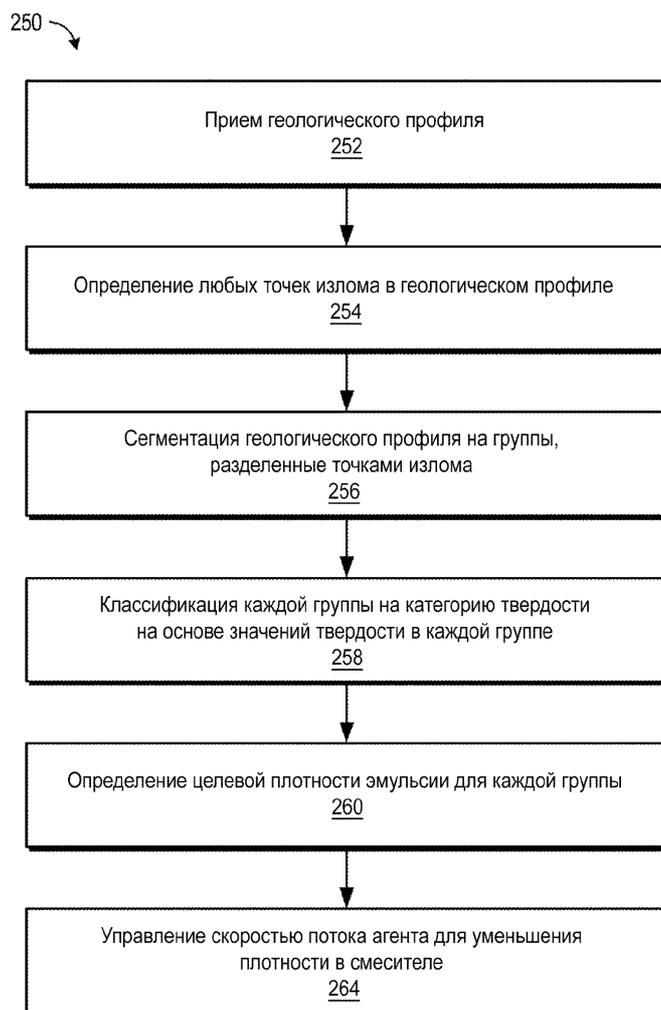
определения целевой энергии взрыва для каждой группы шпуров на основе репрезентативного геологического значения для каждой группы шпуров и, таким образом, генерирования целевого профиля энергии, содержащего целевые значения энергии взрыва для каждого шпура в упомянутом множестве

шпуров, причем целевое значение энергии взрыва содержит уровень энергии взрывчатого вещества, целевой профиль энергии связывает целевые значения энергии взрыва с группами шпуров, и репрезентативные геологические значения представляют собой значения, выбранные для представления геологических характеристик внутри каждой группы сегментированной схемы взрыва; и устройство доставки для:

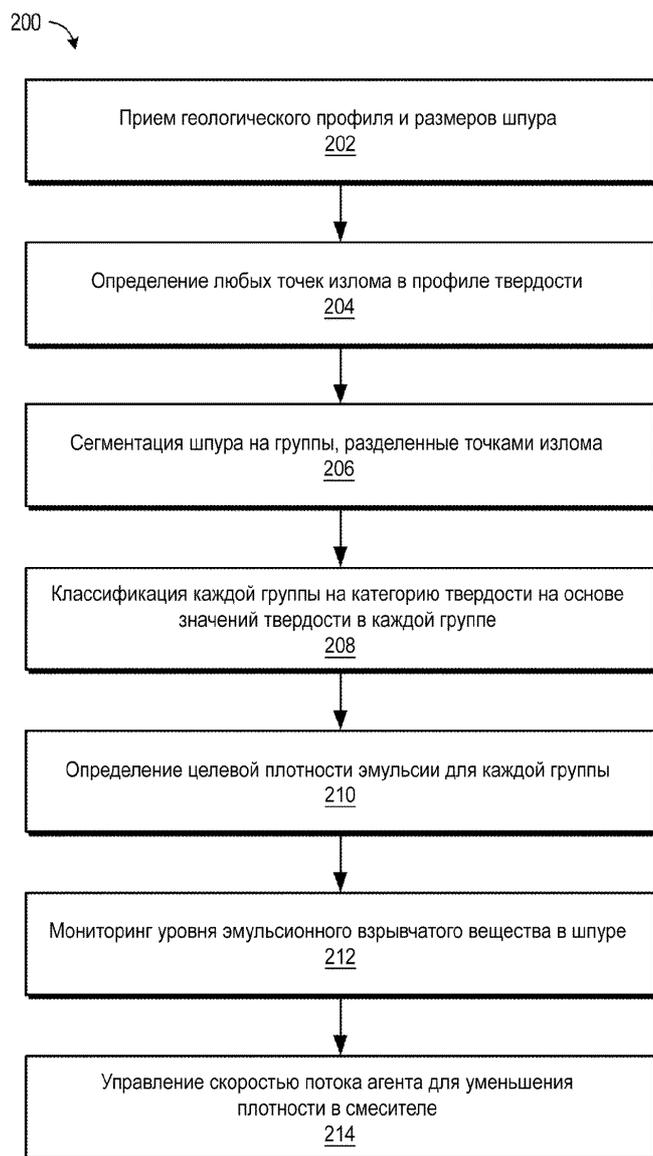
управления скоростью потока агента-модулятора энергии для доставки взрывчатого вещества со значением энергии взрыва в шпур в соответствии с целевым профилем энергии, причем значение энергии взрыва взрывчатого вещества изменяют посредством регулировки скорости потока агента-модулятора энергии в процессе доставки взрывчатого вещества.



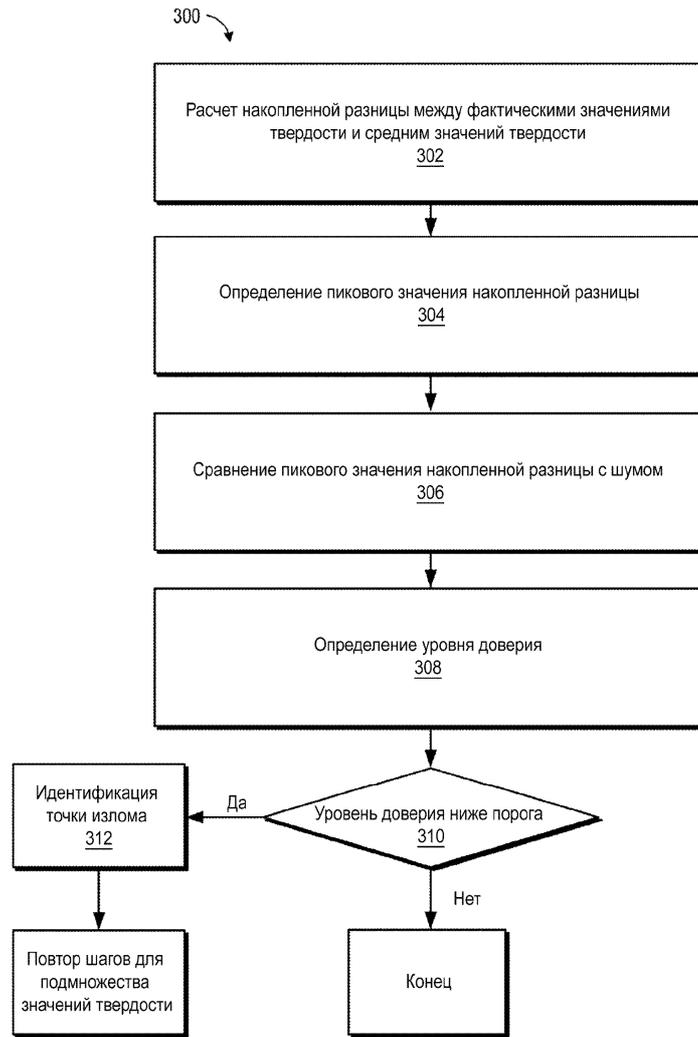
Фиг. 1



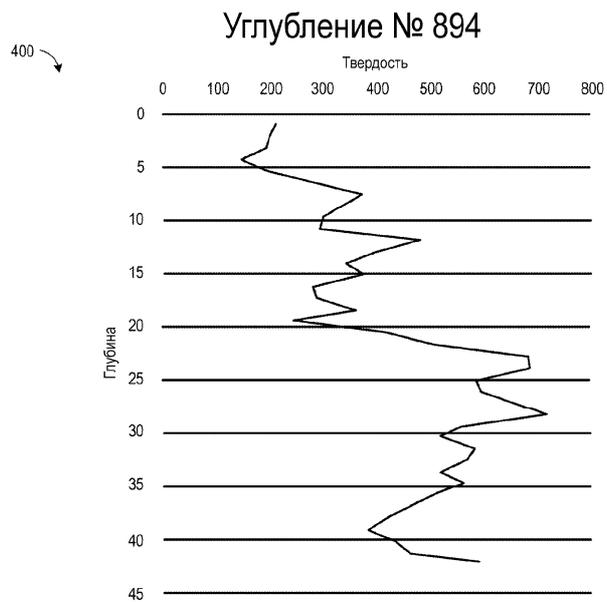
Фиг. 2А



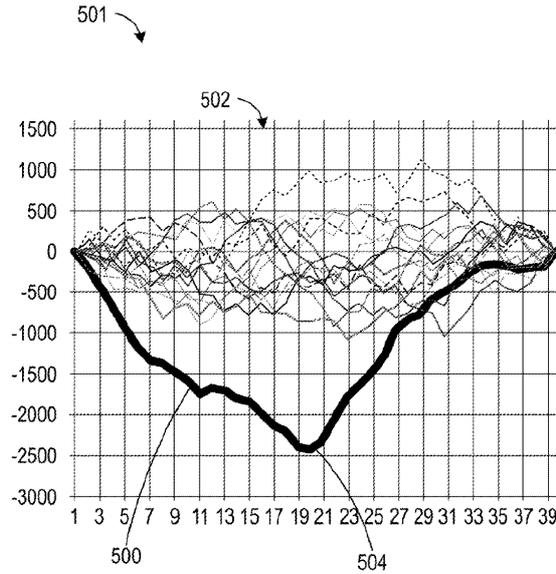
Фиг. 2В



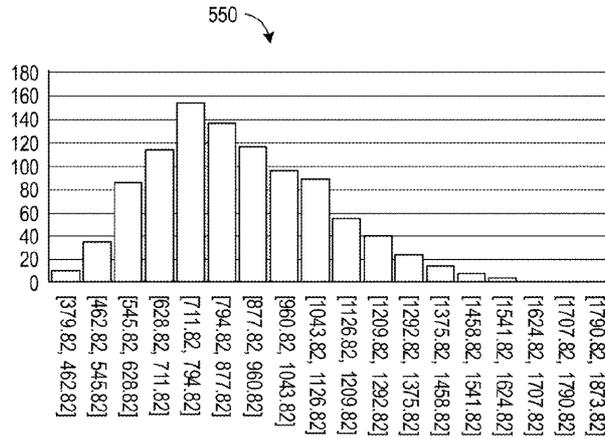
Фиг. 3



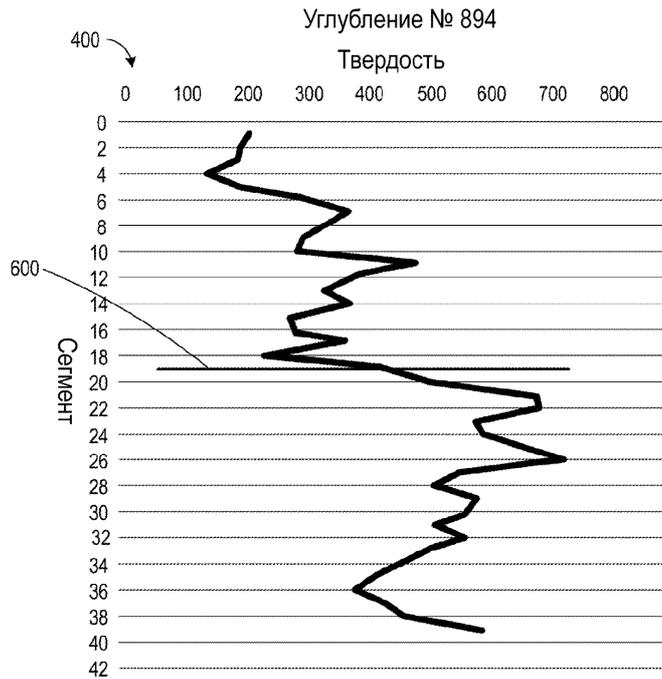
Фиг. 4



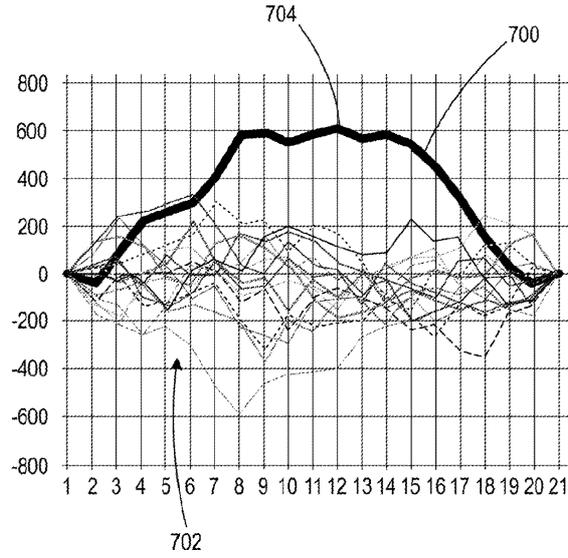
Фиг. 5А



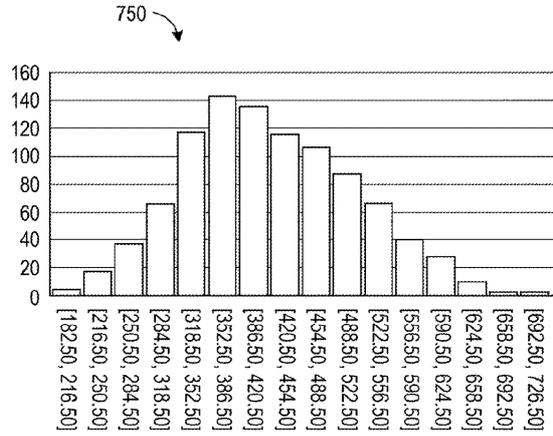
Фиг. 5В



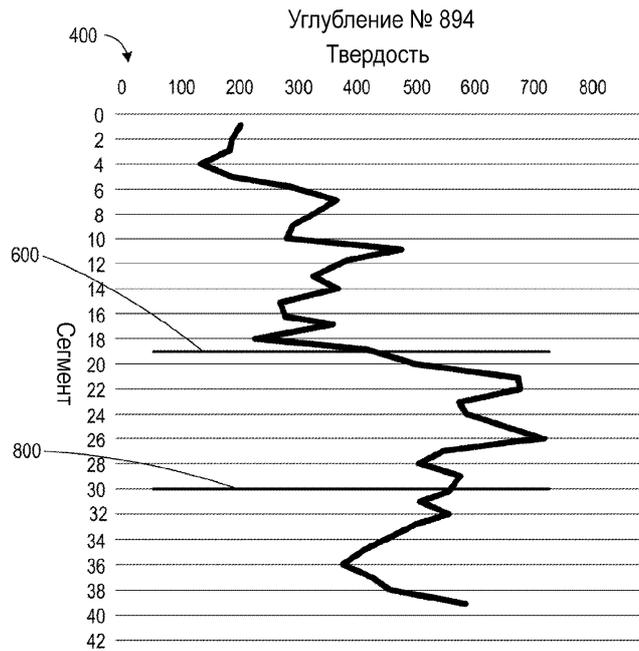
Фиг. 6



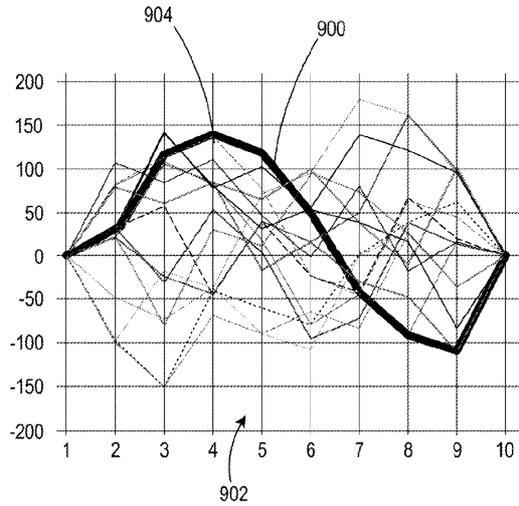
Фиг. 7А



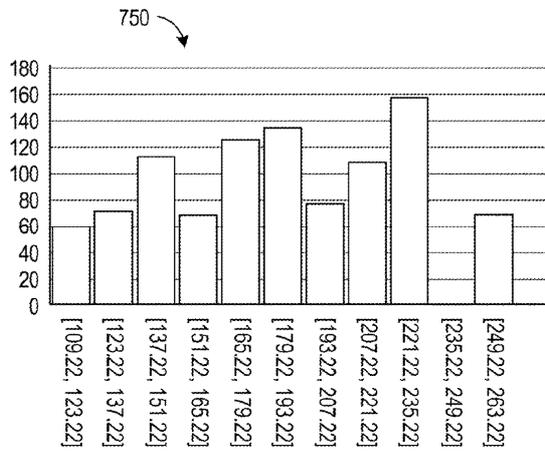
Фиг. 7В



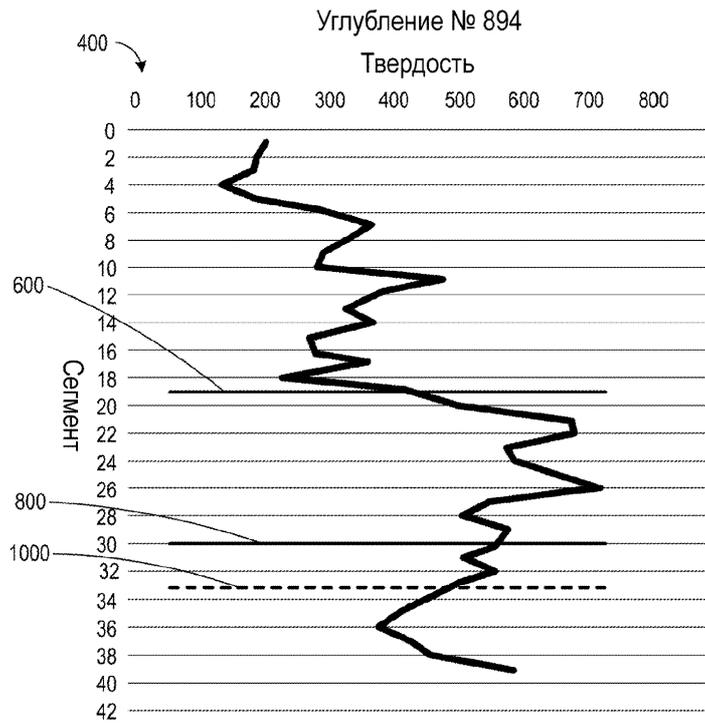
Фиг. 8



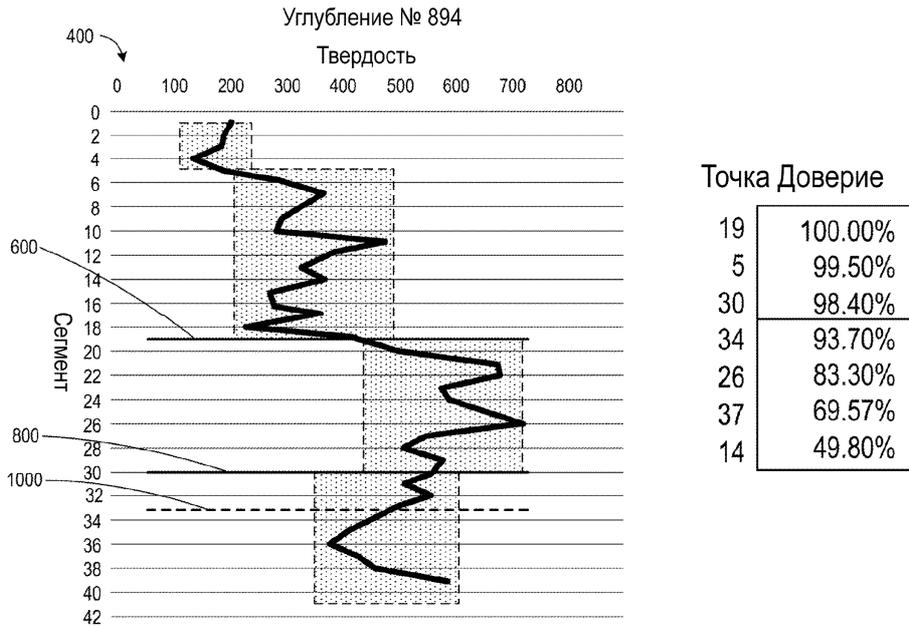
Фиг. 9А



Фиг. 9В

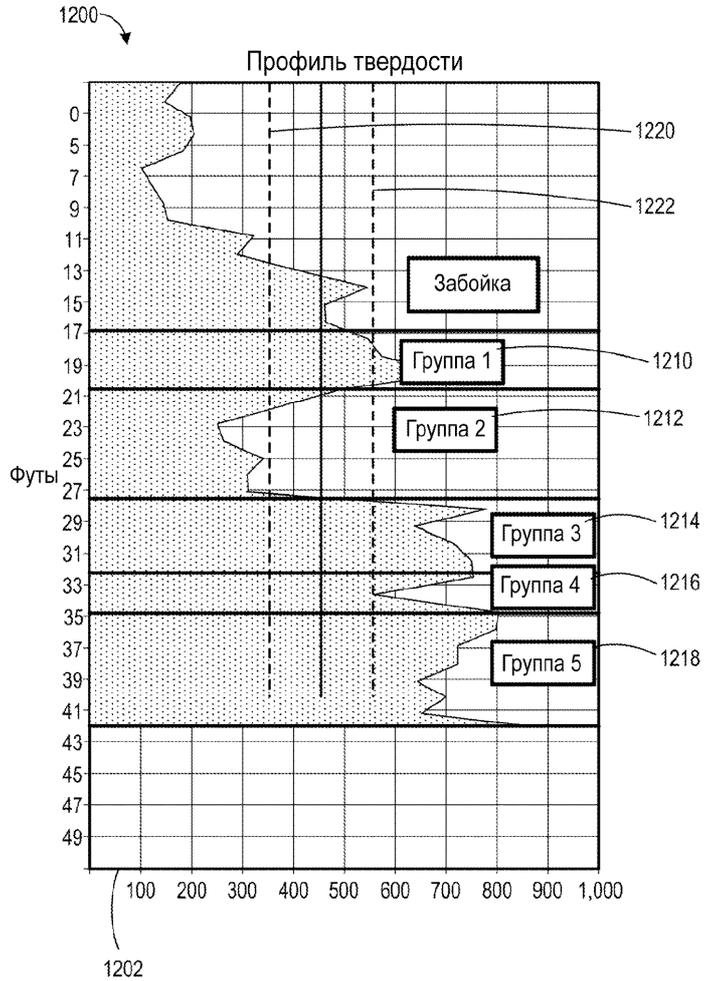


Фиг. 10

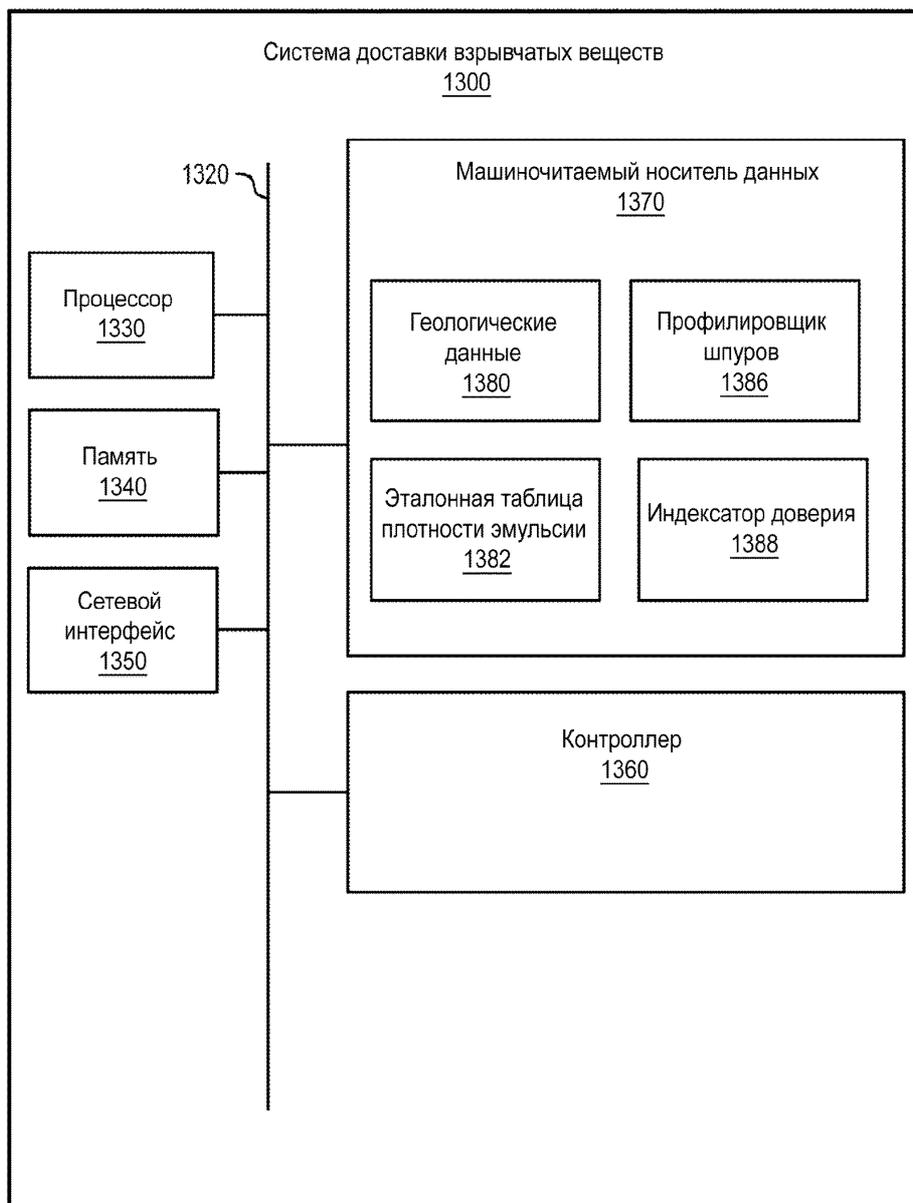


Фиг. 11

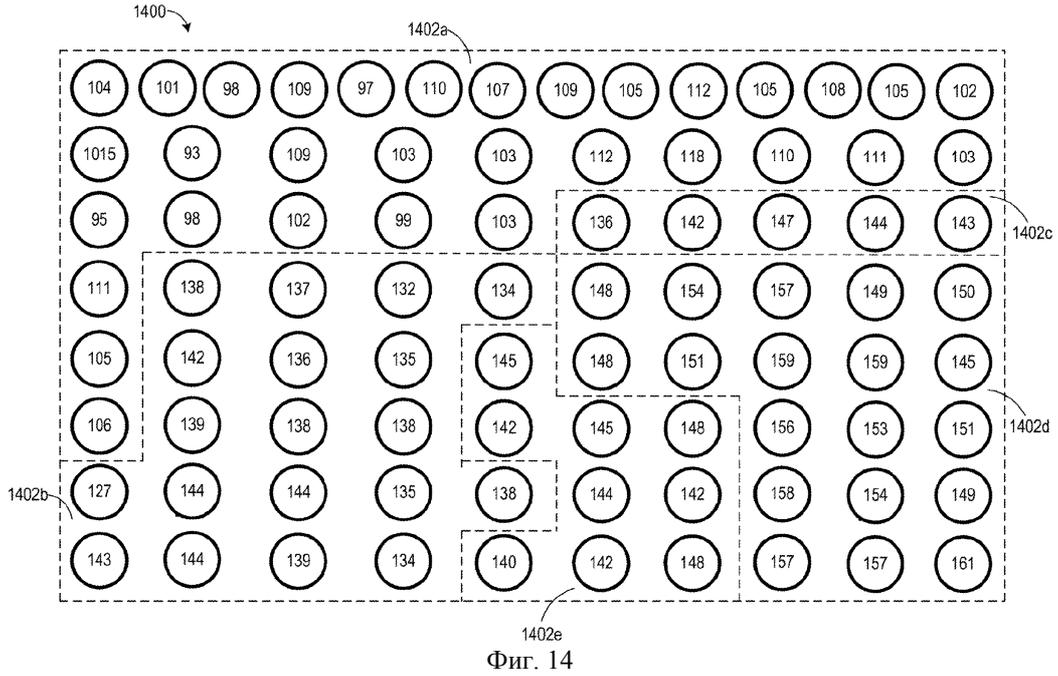
Стандартное отклонение  График средних для углубления  
 101.754  Стандартное отклонение для углубления  
 Среднее 454.5  Стандартное отклонение для взрыва  
 1.00



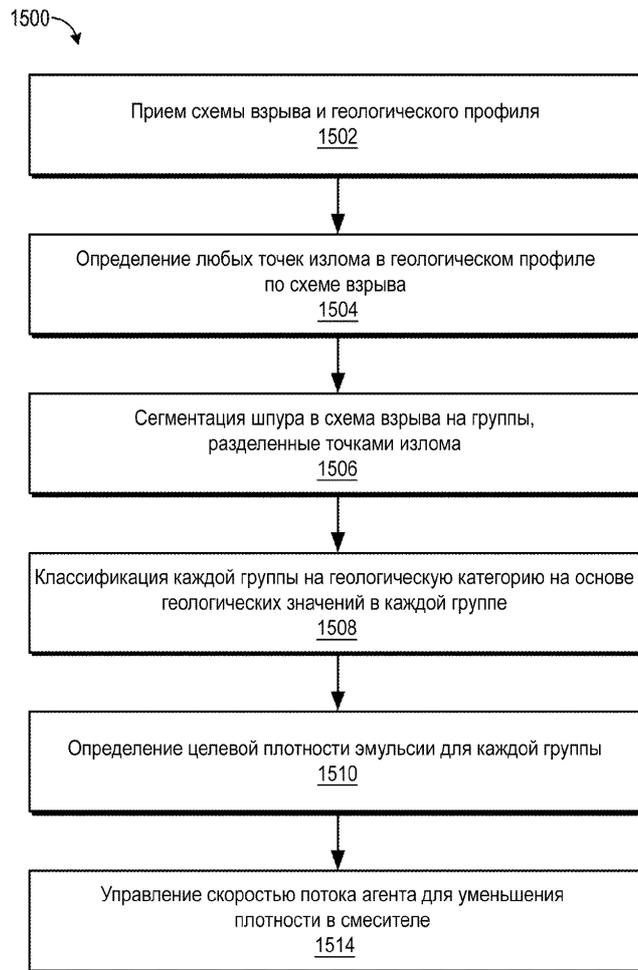
Фиг. 12



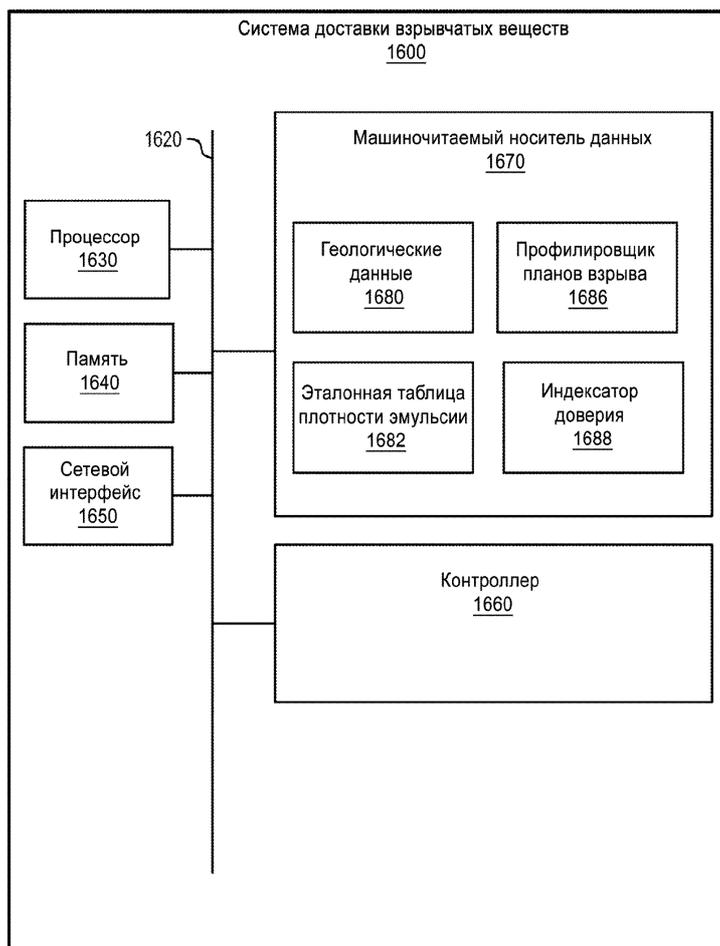
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

