

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034130**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.09

(21) Номер заявки
201691137

(22) Дата подачи заявки
2015.01.14

(51) Int. Cl. *E21B 7/02* (2006.01)
G01C 7/06 (2006.01)
G01C 21/16 (2006.01)
E21D 9/00 (2006.01)
G05D 1/02 (2006.01)

(54) **ШАХТНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО И СПОСОБ ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАДАЧИ ГОРНЫХ РАБОТ**

(31) **РСТ/ЕР2014/050598**

(32) **2014.01.14**

(33) **ЕР**

(43) **2016.12.30**

(86) **РСТ/ЕР2015/050565**

(87) **WO 2015/107068 2015.07.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**САНДВИК МАЙНИНГ ЭНД
КОНСТРАКШН ОЙ (FI)**

(72) Изобретатель:
Пуура Юсси, Вон Эссен Томи (FI)

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

(56) EP-A2-1176393
WO-A1-2007000488
WO-A2-9622547
GB-A-2103968
WO-A1-2011141629
WO-A1-2007000492

(57) Изобретение относится к шахтному транспортному средству и способу. Шахтное транспортное средство содержит по меньшей мере одно сканирующее устройство для сканирования окружающей обстановки шахтного транспортного средства и создания оперативных данных облака точек. Шахтное транспортное средство содержит блок управления, который обеспечен эталонными данными облака точек шахтного транспортного средства. Блок управления выполнен с возможностью сопоставлять оперативные данные облака точек с эталонными данными облака точек для того, чтобы определять положение шахтного транспортного средства. Блок управления дополнительно содержит план горных работ, который связывают с обнаруженным положением шахтного транспортного средства.

B1

034130

034130

B1

Предпосылки к созданию изобретения

Изобретение относится к шахтному транспортному средству, которое снабжается сканирующим устройством для сканирования окружающей обстановки шахтного транспортного средства с целью получения данных для определения положения и ориентации шахтного транспортного средства.

Изобретение также относится к способу инициирования задачи горных работ шахтного транспортного средства на месте выполнения работ в шахте.

Область изобретения определяется более конкретно в преамбуле независимых пунктов формулы изобретения.

Шахтные транспортные средства используются в различных шахтах для выполнения горных работ на требуемых местах выполнения горных работ. Позиционирование шахтного транспортного средства может потребовать использования экстенсивных и сложных систем позиционирования. Известные системы и способы позиционирования могут также потребовать квалифицированных операторов и их трудно автоматизировать.

Краткое описание изобретения

Целью изобретения является создание нового и улучшенного шахтного транспортного средства с системой позиционирования. Следующей целью является создание нового и улучшенного способа инициирования задачи горных работ на месте выполнения горных работ.

Шахтное транспортное средство в соответствии с изобретением характеризуется признаками, изложенными в независимом пункте формулы изобретения, который касается устройства.

Устройство управления в соответствии с изобретением характеризуется признаками другого независимого пункта формулы изобретения, который касается устройства.

Способ в соответствии с изобретением характеризуется признаками, изложенными в независимом пункте формулы изобретения, который касается способа.

Идея описываемого решения заключается в том, что шахтное транспортное средство снабжается одним или более устройствами для горных работ с целью выполнения задач горных работ в шахте. С целью определения положения и направления шахтного транспортного устройства оно содержит одно или более сканирующих устройств для сканирования окружающей обстановки этого транспортного средства. Сканирующее устройство создает данные 3D-сканирования окружающей обстановки. Данные сканирования представляют собой данные облака точек, и координаты точки из данных облака точек могут быть найдены. Шахтное транспортное средство находится в оперативной связи по меньшей мере с одним устройством управления, которое получает данные и обрабатывает эти данные по меньшей мере в одном процессоре. Одно или более устройств управления могут быть размещены на борту шахтного транспортного средства или они могут быть внешними по отношению к шахтному транспортному средству. Устройство управления снабжается одной или более программами сравнения облака точек, которые могут быть выполнены в процессоре. Начальные первичные данные облака точек являются входными данными устройства управления. Первичные данные облака точек представляют собой запомненную эталонную модель шахты в системе координат шахты. Кроме того, по меньшей мере одни вторичные данные облака точек, созданные сканирующим устройством шахтного транспортного средства, также являются входными данными устройства управления. Вторичные данные облака точек включают в себя данные сканирования текущего положения шахтного транспортного средства. Затем устройство управления выполняет программу сравнения облака точек с целью сравнения оперативных вторичных данных облака точек с эталонными первичными данными облака точек. Устройство управления может определить положение и направление шахтного транспортного средства в системе координат шахты на основе найденного соответствия между оперативными данными второго облака точек и эталонными данными облака. Решение может реализовать метод наилучшего приближения для облака точек при сравнении облаков точек. Кроме того, с целью выполнения предусмотренных горных работ в шахте устройство управления снабжено по меньшей мере одним планом горных работ, определяющим положение места выполнения горных работ в системе координат шахты и задачи горных работ, которые подлежат выполнению на месте выполнения горных работ. Прежде чем инициировать задачу горных работ на месте выполнения горных работ, устройство управления имеет возможность связывать найденное положение шахтного транспортного средства и положение на плане горных работ.

Преимущество раскрытого решения, опирающегося на сканирование и сопоставление по облаку точек, заключается в том, что определение положения может быть выполнено без необходимости использования инфраструктуры и оборудования для экстенсивного наблюдения и измерения. Другим преимуществом является то, что процедура не требует квалифицированных рабочих и может быть легко автоматизирована. Еще одним практическим преимуществом является высокая статистическая достоверность полученных результатов, так как повторение процессов сканирования и анализа является простым и быстрым.

В соответствии с вариантом осуществления положение шахтного транспортного средства определяют путем использования процедур сканирования, а также обработки облака точек и сопоставления. Для того чтобы облегчить обработку облаков точек, система управления может использовать только определенную часть данных облака точек для шахты в процессе сравнения. Кроме того, система может

быть выполнена с возможностью определения области или участка шахты, где в настоящий момент работает шахтное транспортное средство, и на основе данных о положении система может сравнить полученные данные облака точек с частичными данными облака точек шахты. Таким образом, сравнение производится не для всей 3D-модели плана шахты. Напротив, отсканированные данные облака точек сравнивают только с участком шахты, где работает шахтное транспортное средство во время мониторинга, и сравнение выполняют применительно к ограниченной части всей 3D-модели шахты. Преимуществом такого решения является то, что количество данных, обрабатываемых в процессе сравнения, может быть ограничено, тем самым требуется меньше вычислительной мощности и время обработки может быть сокращено.

В соответствии с вариантом осуществления устройство управления, наделенное признаком сопоставления и обработки облака точек, размещают на борту шахтного транспортного средства.

В соответствии с вариантом осуществления устройство управления, наделенное признаком сопоставления и обработки облака точек, размещают снаружи шахтного транспортного средства.

В соответствии с вариантом осуществления раскрытая система позиционирования и навигации может быть выполнена для любого вида шахтных транспортных средств, работающих в шахтах и выполняющих задачу горных работ в соответствии с планами горных работ. Шахтные транспортные средства могут быть устройствами с ручным управлением или они могут быть автономно действующими устройствами. Шахтные транспортные средства с ручным управлением могут управляться дистанционно операторами, или альтернативно шахтные транспортные средства управляются людьми на борту. Таким образом, раскрытое решение является подходящим для любых шахтных транспортных средств, независимо от их системы управления и степени автоматизации. Кроме того, шахтные транспортные средства могут различаться как по конструкции, так и с точки зрения выполняемых операций. Таким образом, транспортным средством может быть, например, установка для бурения породы, машина для установки штанговой крепи, транспортирующая машина, погрузочная машина или дозировочная машина. Шахтные транспортные средства любого вида могут снабжаться сканирующими модулями, способными определять положение и направление шахтного транспортного средства и желаемые поверхности туннелей и углублений в скалах. Сканирующий модуль может также служить в качестве инструмента съемки при мониторинге и определении окружающей обстановки шахтного транспортного средства. Модуль мониторинга может содержать один или более блоков управления для управления работой сканирующих устройств и систем модуля и для обработки полученных и собранных результатов измерений. Кроме того, модуль мониторинга может содержать один или более блоков передачи данных для создания соединения для передачи данных между бортовым модулем и устройством управления шахты системы управления шахты. Блок передачи данных может также взаимодействовать с бортовым блоком управления шахтного транспортного средства и может передавать данные одному или более внешним терминальным устройствам или службам. Сканирующий модуль может содержать средства быстрого соединения, так что модуль легко монтируется на любом шахтном транспортном средстве.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство представляет собой установку для бурения породы, предназначенную для бурения взрывных скважин и/или бурильных скважин для штанговой крепи и других элементов для крепления. Установка для бурения породы содержит по меньшей мере один буровой манипулятор, снабженный буровым блоком. Установка для бурения породы снабжается бортовым блоком управления и/или имеет связь с одним или более внешними блоками управления. Блок управления снабжают по крайней мере одной схемой расположения скважин, которая служит в качестве плана горных работ. План или схема расположения буровых скважин определяет положения и направления нескольких буровых скважин в системе координат шахты для комплекта скважин, подлежащих бурению в заранее заданном положении бурения в шахте. Кроме того, блок управления выполнен с возможностью связывать предварительно установленное положение установки бурения для породы и положение на схеме расположения скважин для инициирования бурения в положении бурения. Таким образом, техника сканирования используется для связывания положения и направления бурения породы и схемы или плана расположения буровых скважин.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство выполнено с возможностью работать в выработанном пространстве в скальной породе, включающем осевую линию туннеля и полученный забой в направлении глубины по осевой линии туннеля. Пространство в скальной породе может представлять собой туннель, и забой может располагаться в конце туннеля. Полученный забой формируется, когда предыдущий комплект скважин взрывают, а отделенную скальную породу удаляют из конца туннеля. Положение и форма забоя могут отклоняться от запланированных положения и формы просто исходя из того факта, что забой формируется с помощью взрывов, и на него оказывают влияние несколько этапов шахтных работ. Для того чтобы повысить эффективность и качество процесса экскавации, определяют положение забоя. Следовательно, шахтное транспортное средство снабжают средствами для обнаружения забоя и для определения положения забоя относительно осевой линии туннеля в направлении глубины. Блок управления может определять положение на плане горных работ на основе установленного положения по глубине выполненного забоя.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство является работоспо-

собным в выработанном пространстве скальной породы, включающем в себя осевую линию туннеля и полученный забой в направлении глубины по осевой линии туннеля. Пространство в скальной породе может быть туннелем или подобным пространством. Эскавация туннеля продвигается в направлении глубины. Забой может быть расположен в конце существующего туннеля. Шахтное транспортное средство содержит средства измерения для определения наибольшей глубины забоя туннеля в направлении глубины по осевой линии туннеля. Блок управления выполнен с возможностью определять найденную наибольшую глубину и устанавливать положение забоя на основе наибольшей глубины. Наибольшая глубина забоя туннеля может быть определена с помощью сканирующего устройства или, альтернативно, с помощью манипулятора, снабженного традиционными датчиками и измерительными устройствами.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство представляет собой установку для бурения породы, а блок управления снабжается несколькими предварительно разработанными схемами расположения буровых скважин. Каждая из схем или планов расположения буровых скважин может быть предназначена для назначенных глубин по осевой линии туннеля выработанного пространства в скальной породе. Иногда одна и та же схема расположения скважин может быть осуществлена применительно к двум или более комплектам скважин, имеющих одинаковые характеристические признаки. Установка бурения породы содержит сканирующие или другие измерительные средства для определения наибольшей глубины забоя туннеля, и на основе этих данных блок управления может определить получившееся положение забоя относительно запланированного положения забоя. Блок управления может затем вычислить желаемое положение для схемы расположения скважин, которая подлежит исполнению. Другими словами, блок управления выполнен с возможностью регулировать положение на схеме расположения скважин на основе установленной наибольшей глубины. В этом варианте осуществления наибольшая глубина выработанного забоя туннеля устанавливается применительно к запланированной глубине по осевой линии туннеля, и это найденное положение глубины забоя используется при связывании положения установки бурения породы и шахты вместе.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство соответствует установке для бурения породы, раскрытой выше. Блок управления снабжается несколькими предварительно разработанными схемами расположения скважин. Кроме того, блок управления выполнен с возможностью определять получившееся положение забоя выработанного туннеля или пространства в скальной породе и может модифицировать схемы расположения скважин на основе данных о положении забоя. Блок управления может удлинить или сократить схему расположения скважин, например. Такой вариант осуществления может быть использован прежде всего тогда, когда одна и та же схема расположения скважин используется в двух или более последовательных комплектах скважин.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления установки бурения породы снабжается несколькими предварительно разработанными схемами расположения скважин, которые предназначены для назначенных глубин по осевой линии туннеля. Блок управления определяет положение полученного забоя туннеля на основе результатов сканирования и/или измерения. Положение забоя может быть определено путем обнаружения наибольшей глубины туннеля в направлении по осевой линии туннеля. Блок управления выполнен с возможностью выбирать схему расположения скважин для исполнения на основе положения забоя.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство представляет собой установку для бурения породы и выполнено с возможностью бурения нескольких буровых скважин для каждого комплекта скважин туннеля или аналогичного пространства в скальной породе. Эскавация туннеля продвигается путем бурения и взрывания последовательных комплектов скважин. Взрывание комплекта скважин создает забой туннеля, а также контурные поверхности, ограничивающие указанное пространство. Установка бурения породы содержит сканирующие или другие измерительные средства для определения реализованной эскавации из предыдущего комплекта скважин. Блок управления может модифицировать схему расположения скважин для последующего комплекта скважин на основе установленной реализованной эскавации из предыдущего комплекта скважин. Тем самым имеется возможность избежать проблемы с качеством, например, над и под выемкой грунта, в последующих комплектах скважин.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство снабжается сканирующим устройством, выполненным с возможностью определять вместе с блоком управления получившееся местоположение забоя. Местоположение забоя может быть определено по отношению к шахте, по отношению к плану горных работ, такому как схема расположения скважин, или по отношению к ходовой части шахтного транспортного средства. Преобразования координат могут быть выполнены в блоке управления для получения необходимых данных.

В соответствии с вариантом осуществления сканирующее устройство шахтного транспортного средства выполнено для сканирования в направлении полученного забоя, посредством чего получают данные облака точек, снабженные координатами, для полученных поверхностей ранее выработанного по меньшей мере одного комплекта скважин. Блок управления выполнен с возможностью определять свойства полученных поверхностей на основе полученных данных облака точек. Блок управления может сравнить найденные свойства полученных поверхностей с заранее заданными проектными свойствами

по меньшей мере одного комплекта скважин. Блок управления может определить положение забоя, туннельный профиль забоя и/или топографию забоя в системе координат шахты на основе полученных данных облака точек. Альтернативно или вдобавок блок управления может определить направление забоя относительно осевой линии туннеля на основе полученных данных облака точек. Кроме того, блок управления может быть выполнен с возможностью сравнивать найденные получившиеся свойства забоя с заранее заданными проектными свойствами забоя, а также он может быть выполнен с возможностью модифицировать схему расположения скважин в ответ на отклонения, обнаруженные при сравнении. Блок управления может модифицировать угол обзора, расстояние между скважинами или длину комплекта скважин, установленных в схеме расположения скважин, например. Любые другие корректирующие действия могут быть осуществлены на основе выявленного качества и данных о состоянии.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство содержит по меньшей мере один манипулятор, оборудованный устройством для горных работ, которое размещено на дальнем конце манипулятора. Манипулятор снабжен измерительным оборудованием, и местонахождение забоя относительно ходовой части определяют путем размещения устройства для горных работ в контакте с забоем и определения местонахождения забоя посредством манипулятора, снабженного измерительным оборудованием, включающим в себя датчики или измерительные устройства. Найденные координаты положения устройства для горных работ в системе координат машины могут быть преобразованы в координаты системы координат шахты с помощью программы преобразования координат, выполненной в блоке управления.

В соответствии с вариантом осуществления положение и направление устройства для горных работ определяют сканированием окружающей обстановки шахтного транспортного средства, посредством чего создаются данные облака точек для устройства для горных работ. Эталонными данными могут быть проектные данные устройства для горных работ или же они могут быть получены при начальном сканировании устройством для горных работ. Программа обработки облака точек выполняется в блоке управления для сравнения отсканированных данных облака точек и эталонных данных облака точек для того, чтобы исследовать и выявить устройство для горных работ в отсканированных данных облака точек. После того как устройство для горных работ будет найдено из данных облака точек, положение и направление устройства для горных работ могут быть определены на основе координат совпадающих точек облака точек.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления выполнен с возможностью определять и записывать положения и направления буровых скважин, находящихся под воздействием устройства для горных работ шахтного транспортного средства в системе координат шахты. Шахтное транспортное средство может представлять собой установку бурения породы или машину для возведения породной крепи, причем обе установки содержат средства для оказания воздействия на буровые скважины. Блок управления может определять положение и направление ходовой балки буровой установки и может регистрировать найденные данные в виде положения буровой скважины и данных о направлении, когда буровое устройство находится в буровой скважине. Преимуществом этого решения является то, что положения и направления буровых скважин и анкерных болтов могут быть записаны и сохранены без каких-либо дополнительных устройств и измерений.

В соответствии с вариантом осуществления устройство для горных работ выполнено с возможностью служить также в качестве инструмента для маркшейдерской съемки, в результате чего устройство для горных работ может позиционироваться напротив объекта, и данные о положениях устройства для горных работ определяют посредством сканирования и сопоставления с облаком точек или с помощью снабженного измерительным оборудованием манипулятора, снабженного датчиками.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство снабжают сканирующими средствами для создания данных облака точек на окружающих поверхностях. Блок управления снабжают планом шахты, содержащим 3D-модель этой шахты. 3D-модель шахты содержит данные облака точек в системе координат шахты. Блок управления выполнен с возможностью сравнивать данные облака точек, полученных с помощью сканирующего устройства, с 3D-моделью шахты. Блок управления может содержать подходящие программы, алгоритмы, процессоры и средства обработки данных для обнаружения в сканируемых данных новых или измененных окружающих объектов облака точек в отсканированном положении. Таким образом, вновь созданные или измененные стены или другие поверхности шахты обнаруживаются и регистрируются. Блок управления шахты может объединить новые данные облака точек с данными облака точек получившейся 3D-модели шахты. Таким образом, блок управления шахты может модифицировать 3D-модель шахты на основе полученных данных сканирования. Благодаря этому варианту осуществления обнаруживают изменения в шахте, и они могут быть приняты во внимание. Когда получившаяся 3D-модель шахты является актуальной, надежная информация о шахте может быть использована для нескольких целей.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство снабжается сканирующими средствами с целью создания данных облака точек для окружающих поверхностей. Блок управления выполнен с возможностью обрабатывать полученные данные сканирования путем извлечения данных облака точек окружающих поверхностей и удаления данных облака точек всех других объектов, тем

самым создаются упрощенные данные облака точек окружающих поверхностей. Благодаря упрощенным данным облака точек облегчается хранение и обработка данных. Размер пакета упрощенных данных облака точек может оказаться меньше, и эти данные не содержат ненужной информации. Кроме того, принцип упрощенных данных облака точек может быть использован при проведении съемки новых или измененных областей туннелей. Далее блок управления может сравнить новые упрощенные данные облака точек с данными облака точек 3D-модели шахты. Основываясь на сравнении облаков точек, блок управления шахты может модифицировать 3D-модель шахты путем объединения упрощенных данных облака точек с реализованной 3D-моделью шахты. Благодаря упрощенным данным облака точек не релевантные данные не объединяются с 3D-моделью шахты.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство со сканирующим устройством служит в качестве мобильного устройства для съемки. Шахтное транспортное средство может выполнять съемку непрерывно при осуществлении назначенных обычных работ этого шахтного транспортного средства. Если шахтное транспортное средство представляет собой установку бурения породы или машину для установки крепи, оно может сканировать окружающую обстановку при остановке на месте проведения работ для выполнения бурения или для подачи элементов или материала крепи. Также может быть установлено, что сканирование выполняется по меньшей мере единожды каждый раз, когда шахтное транспортное средство не движется. Благодаря этой процедуре шахта может обследоваться повторно и параллельно с нормальным процессом эксплуатации без какой-либо необходимости в дополнительных ресурсах. 3D-модель шахты может, таким образом, оказаться точной и обновленной.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления снабжается по меньшей мере одним правилом объединения, устанавливающим требуемый коэффициент совпадения между вторичными данными сканирования и эталонными данными облака точек. Блок управления выполнен с возможностью объединять новые данные облака точек с эталонными данными облака точек эталонной модели шахты только тогда, когда выполняется установленное правило объединения.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство снабжается сканирующим модулем, содержащим раму, одно или больше сканирующих устройств и одно или более устройств или блоков передачи данных. Сканирующий модуль может сообщаться с одним или более блоками управления с помощью устройства передачи данных. Сканирующий модуль может также содержать один или более блоков управления, снабженных процессорами и необходимыми компьютерными программами и алгоритмами для обработки полученных данных мониторинга. Модуль мониторинга может быть разработан таким образом, что он может устанавливаться на любое шахтное транспортное средство. Блок крепления сканирующего модуля может содержать средства быстрого крепления.

В соответствии с вариантом осуществления сканирующим устройством является лазерный сканер.

В соответствии с вариантом осуществления сканирующее устройство содержит по меньшей мере одну камеру. Сканирующее устройство может базироваться на стереовидеосистеме, содержащей по меньшей мере две камеры. Альтернативно сканирование может базироваться на технологии, известной как система "глубина из фокуса" (depth from focus), где используется одна камера, и способ в основном работает путем получения совмещенного фокуса объекта и затем анализируя излучение каждого пикселя относительно его соседей. Блок управления может быть снабжен системой обработки изображения для обработки данных, полученных от одной или более камер.

В соответствии с вариантом осуществления сканирующее устройство содержит, наряду со сканирующим блоком, по меньшей мере одну камеру для записи цветовой информации об отсканированных препятствиях. Записанная цветовая информация может быть связана с отсканированными данными облака точек. Таким образом информация может быть собрана.

В соответствии с вариантом осуществления данные 3D-сканирования получают с помощью времени прохождения луча лазера в прямом и обратном направлениях, который сканирует измеряемую поверхность или объект. Этот вид техники дистанционного зондирования также известен как LiDAR (Light Detection And Ranging) (лидар, световое обнаружение и определение дальности).

В соответствии с вариантом осуществления данные 3D-сканирования получают с помощью времени прохождения луча одного (модулированного) источника света и значений времени обратного хода луча отражений от различных частей измеряемой поверхности или объекта. Этот вид техники дистанционного зондирования также известен как ToF (Time of Flight) (время полета). В этом варианте осуществления может использоваться ToF-камера.

В соответствии с вариантом осуществления данные 3D-сканирования получают с помощью геометрии известной схемы света, проецируемого на измеряемую поверхность или объект, которые представлены на одном или более изображениях, выдаваемых камерой. Этот вид 3D-сканирования также известен как техника 3D-сканирования структурированным светом.

В соответствии с вариантом осуществления данные 3D-сканирования получают с помощью анализа множества изображений одной и той же цели, снятых с разных точек наблюдения. В этом варианте осуществления может быть использована система стереокамеры. Блок управления может быть снабжен системой обработки изображений для обработки изображений, подлежащих обработке, полученных от двух или более камер.

В соответствии с вариантом осуществления шахтное транспортное средство содержит по меньшей мере одно устройство передачи данных, допускающее передачу данных между бортовым блоком управления и одним или более внешними блоками управления. Передача данных может быть основана на любой технике беспроводной передачи данных. Шахта может быть оборудована беспроводной сетью, использующей сигналы радиоволн. Передача данных может базироваться на беспроводной локальной сети (WLAN) (wireless local area network), например.

В соответствии с вариантом осуществления система управления может содержать один или более компьютеров или блоков управления, внешних по отношению к шахте и шахтному транспортному средству. Альтернативно система управления может содержать один или более серверов, допускающих доступ к электрическим терминальным устройствам для выведения данных, переданных из блока управления, в котором анализируются данные сканирования. Блок управления может также рассматриваться как предполагающий другие средства передачи и распространения данных, допускающие доступ к обработанным данным.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления, снабженный по меньшей мере одним процессором и по меньшей мере одной программой сравнения облака точек, располагается в шахтном транспортном средстве. Таким образом, шахтное транспортное средство снабжается всеми необходимыми ресурсами для сбора данных из окружающей обстановки и для обработки ее на борту. Этот вариант осуществления способен функционировать также в ситуациях, когда информационное соединение с шахтной системой потеряно или не работает соответствующим образом. Самый последний вариант эталонной модели шахты может быть загружен в бортовой блок управления в подходящих случаях и может быть сохранен в бортовом носителе информации. Загруженная модель шахты может состоять из исходной модели шахты или она может быть отфильтрована и включать в себя только описательные схемы и признаки. Также возможно загрузить только ограниченный набор данных облака точек участка шахты, где в настоящий момент работает шахтное транспортное средство.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления, снабженный по меньшей мере одним процессором и по меньшей мере одной программой сравнения облака точек, располагается снаружи шахтного транспортного средства. Данные сканирования могут быть переданы к внешнему блоку управления посредством беспроводного соединения для передачи данных, например. Блок управления может обработать полученные данные сканирования и может передать обработанные данные обратно в блок управления, который располагается в шахтном транспортном средстве. Сервис по анализу и обработке может быть реализован в виде облачного сервиса на внешнем сервере, например сервере шахты, в силу чего блок управления шахтного транспортного средства не нуждается в снабжении вычислительной мощностью.

В соответствии с вариантом осуществления блок управления для определения положения и направления шахтного транспортного средства содержит средства связи, чтобы находиться в оперативной связи с шахтным транспортным средством, имеющим по меньшей мере одно сканирующее устройство, средства приема для приема от шахтного транспортного средства оперативных данных сканирования о текущем положении шахтного транспортного средства, где данные сканирования включают в себя оперативные вторичные данные облака точек, созданные по меньшей мере одним сканирующим устройством, и средства обработки для обработки полученных оперативных данных сканирования; и этот блок управления снабжают по меньшей мере одной программой сравнения облака точек, которая может быть выполнена в процессоре, и начальными первичными данными облака точек, которые содержат хранимую эталонную модель шахты в системе координат шахты, блок управления выполнен с возможностью выполнять программу сравнения облака точек для того, чтобы сопоставить полученные оперативные вторичные данные облака точек с эталонными первичными данными облака точек и определить положение и направление шахтного транспортного средства в системе координат шахты на основе установленного соответствия между оперативными данными облака точек и эталонными данными облака точек, блок управления снабжают по меньшей мере одним планом горных работ, определяющим положение места выполнения горных работ в системе координат шахты и задач горных работ, подлежащих выполнению на месте выполнения горных работ, и блок управления выполнен с возможностью связывать установленное положение шахтного транспортного средства и положения в плане горных работ для инициирования задачи горных работ на месте выполнения горных работ.

Варианты осуществления, которые подробно раскрываются в отношении шахтного транспортного средства, также относятся к способу и наоборот.

Одно и то же оборудование, включающее в себя сканирующее устройство, программу сравнения облака точек и блок управления, может использоваться в навигации, определении местоположения устройства для проведения горных работ и буровых скважин, маркшейдерской съемке, предотвращении столкновений, а также для предоставления информации для систем управления шахтой и транспортного менеджмента.

Раскрытые выше варианты осуществления могут быть объединены для формирования подходящих решений, снабженных необходимыми раскрытыми признаками.

Краткое описание чертежей

- Некоторые варианты осуществления описаны подробно на прилагаемых чертежах, на которых
- фиг. 1 представляет вид сбоку установки для бурения породы, оборудованной средствами сканирования и мониторинга,
 - фиг. 2 показывает схематически принцип сканирования поверхностей и физических препятствий, окружающих шахтное транспортное средство,
 - фиг. 3 представляет схематический вид сбоку сканирующего модуля, установленного на ходовой части шахтного транспортного средства,
 - фиг. 4 представляет схематический вид основного принципа сравнения облака точек, использованного при обработке результатов сканирования,
 - фиг. 5 представляет схематический и сильно упрощенный вид процесса, обнаруживающего новые или измененные поверхности шахты и объединяющего выявленные отклоняющиеся данные облака точек после сопоставления отсканированных данных с эталонными данными,
 - фиг. 6 представляет схематический и сильно упрощенный вид обновленных эталонных данных облака точек, которые включают в себя выявленные новые отсканированные точки,
 - фиг. 7 представляет схематическое изображение, показывающее связанные элементы, обрабатывающие средства и характерные черты блока управления, способные обрабатывать данные облака точек,
 - фиг. 8 представляет схематический вид сверху способа бурения забоя, в котором установку для бурения породы располагают в месте бурения для бурения буровых скважин в соответствии со схемой расположения буровых скважин во фронте забоя туннеля,
 - фиг. 9 представляет схематический вид сверху способа бурения с веерным расположением скважин, при котором установку бурения породы располагают в месте бурения для бурения буровых скважин в соответствии со схемой расположения скважин во внутренней контурной поверхности головного туннеля,
 - фиг. 10 представляет схематический вид сбоку способа бурения с веерным расположением скважин,
 - фиг. 11 представляет схематический вид схемы расположения буровых скважин,
 - фиг. 12 представляет схематический вид сверху, показывающий позиционирование установки бурения породы и схему расположения буровых скважин, подлежащих бурению, и
 - фиг. 13 представляет схематический вид шахты, включающей в себя несколько туннелей и различные виды шахтных транспортных средств, работающих в туннелях и сообщающихся с системой управления шахты.

Для ясности чертежи представляют несколько вариантов осуществления раскрытого решения в упрощенном виде. На чертежах одинаковые ссылочные номера идентифицируют одинаковые элементы.

Подробное описание некоторых вариантов осуществления

Фиг. 1 показывает установку 1 бурения породы в качестве примера шахтного транспортного средства. Кроме того, шахтными транспортными средствами являются машины для установки штанговой крепи, машины для зарядания скважин, дозирочные машины, транспортирующие машины и погрузочные машины. Таким образом, шахтные транспортные средства могут снабжаться устройствами для горных работ, например устройствами для бурения породы, устройствами для установки штанговой крепи, устройствами для зарядания скважин, погрузочными устройствами и несущими устройствами, как показано на фиг. 12. Раскрытое решение может быть применено ко всем видам шахтных транспортных средств.

Установка 1 бурения породы может содержать подвижную тележку 2 и один или более манипуляторов 3, соединенных с тележкой 2. На дальнем конечном участке манипулятора 3 может находиться буровой блок 4. Буровой блок 4 может содержать ходовую балку 5 и машину 6 бурения породы, опирающуюся на нее. Машина 6 бурения породы может иметь хвостовик на передней стороне машины 6 бурения породы для подсоединения инструмента 7. По меньшей мере один манипулятор 3 может включать в себя устройство для горных работ, отличное от бурового блока. Таким образом, устройством для горных работ может быть устройство по установке штанговой крепи или устройство для зарядания, например.

На фиг. 1 установка 1 бурения породы работает в шахтном пространстве 8, которым может быть туннель, складское помещение или коридор, например. Шахтное пространство 8 может охватывать поверхность 9 фронта забоя, поверхности 10 стен и поверхность 11 кровли. Установка 1 бурения породы снабжается одним или более сканирующими устройствами S для измерения окружающей обстановки установки 1 бурения породы. Сканирующее устройство S может сканировать на 360° и может, следовательно, измерять окружающие поверхности и другие препятствия вокруг устройства 1 бурения породы и создавать данные сканирования для системы. Сканирующее устройство S может представлять собой лазерный сканер, камеру или любое другое устройство, способное создавать данные облака точек. Сканирующее устройство S может быть размещено на тележке 2.

Сканирующее устройство S может быть размещено в известном положении на шахтном транспортном средстве. Тогда координаты сканирующего устройства являются известными в системе 12 координат.

нат машины шахтного транспортного средства. Сканирующее устройство смотрит вокруг и может затем обнаруживать один или более объектов, деталей или также компонентов шахтного транспортного средства.

Альтернативно положение сканирующего устройства S не обязательно должно быть заранее определено и откалибровано, когда раскрытая система использует способы сравнения облака точек. Тогда по меньшей мере один эталонный компонент или объект установки бурения породы обнаруживается в данных сканирования, а полученные данные облака точек для обнаруженного объекта используются при определении относительного положения сканирующего устройства S на тележке 2.

Установка 1 бурения породы имеет систему 12 координат машины, а шахта имеет систему 13 координат шахты. На борту установки 1 бурения породы могут находиться один или более блоков 14а управления для приема данных сканирования, выполнения сравнения облака точек и поиска результатов измерения, получения данных о положении и выполнения необходимых преобразований координат в соответствии с принципами, раскрытыми в этой заявке на патент. Блок управления может также быть снабжен одним или более планами горных работ, в данном случае схемами расположения скважин для бурения, в соответствии с которыми рабочие операции в шахте выполняются на месте проведения работ.

Сканирующее устройство S может быть частью сканирующего модуля SM, включающего в себя раму 30, снабженную средствами монтажа, и блок управления CU, снабженный процессором и необходимыми программами для выполнения ранее обсужденных процедур определения положения.

Манипулятор 3 может быть без каких-либо датчиков, так как необходимые данные о положении и направлении могут быть получены сканированием. Тем не менее, манипулятор 3 и устройство для горных работ могут альтернативно содержать традиционные датчики или измерительные средства 31 для определения положения и направления.

Положение и направление шахтного транспортного средства 1 в системе координат шахты могут быть определены путем использования сканирования и способов сравнения облака точек. Сканирующие средства могут также быть использованы для определения положения фронта 9 забоя, профиля шахтного пространства 8, а также топографии забоя и внутренних поверхностей пространства 8.

Фиг. 1 дополнительно раскрывает, что шахтное транспортное средство 1 может обмениваться информацией с одним или более внешними устройствами управления MCU шахты, которые могут быть частью системы управления шахты.

Фиг. 2 показывает сканирование поверхностей шахтного пространства 8, окружающего шахтное транспортное средство 1. Таким образом, данные 15 облака точек могут быть получены для поверхностей 10а, 10b стен и поверхности 11 кровли. Также может быть отсканирована наибольшая глубина пространства 8, т.е. фронт забоя. Как раскрывается на упрощенной фиг. 2 с видами в увеличенном масштабе, поверхности, включающие в себя поверхности 10а, 10b стен и поверхность 11 кровли, имеют индивидуальные формы, т.к. скальная порода отделяется взрыванием. Топография поверхностей может рассматриваться как своего рода "отпечатки пальцев" шахты. Данные 3D-сканирования полученных поверхностей шахтного пространства 8 могут быть получены. Таким образом, 3D-модель шахты может быть обновлена на основе отсканированных данных облака точек.

Фиг. 2 также раскрывает, что с помощью сканирования может быть также обнаружен контролируемый объект MO, и может быть создано облако точек этого объекта. Данные облака точек контролируемого объекта MO включают в себя точки, которые характерны для контролируемого объекта. На основе формы, которую создают точки, контролируемый объект MO может быть распознан на шаге поиска в процедуре сканирования. Блок 14а управления может затем определить координаты для распознанных точек, определяющих контролируемый объект в облаке точек, и может определить положение и направление контролируемого объекта в системе 12 координат машины. Блок 14а управления может преобразовать данные о положении и направлении контролируемого объекта MO в координаты системы 13 координат шахты, когда местоположение шахтного транспортного средства 1 известно. Положение шахтного транспортного средства 1 в шахте может быть определено с помощью способов сканирования. Могут быть определены положение шахтного транспортного средства 1 и контролируемого объекта MO, а также информация о топографии полученных поверхностей отсканированного шахтного пространства 8 и местоположении поверхности, к которой обращен взор.

На фиг. 2, а также на фиг. 4, черными точками 17 иллюстрируются точки, где луч сканирующего устройства S встречает физическую цель и является причиной обнаружения. Данные 15 облака точек включают в себя несколько точек 17, созданных сканированием. Точки 17 показаны в виде черных точек. Можно считать, что данные облака точек представляют информацию о том, что позволяет видеть сканирование. Каждая точка 17 имеет координаты x, y и z в системе 12 координат машины, посредством чего положение и направление контролируемого объекта MO могут быть определены относительно сканирующего устройства S в системе 12 координат машины. Контролируемый объект MO может быть найден из данных облака данных на основе ввода эталонных данных в блок 14а управления или CU.

Кроме того, направление и топография поверхности забоя у подошвы шахтного пространства 8 и других поверхностей могут быть определены в системе 13 координат шахты, когда положение шахтного транспортного средства известно и используются преобразования координат.

На фиг. 3 сканирующий модуль SM расположен на тележке 2 шахтного транспортного средства 1. Сканирующий модуль SM содержит сканирующее устройство S, раму 18 и блок управления CU. Блок управления CU может быть выполнен с возможностью обрабатывать измеряемые данные, полученные от сканирующего устройства S и измерительного устройства, и может передать посредством блока передачи данных DCU только обработанные данные и элементы данных в блок управления шахты MCU или любой другой внешний блок управления. Кроме того, сканирующее устройство S или сканирующий модуль могут содержать средства быстрого крепления, посредством которых они могут быть легко смонтированы на шахтное транспортное средство 1.

Фиг. 4 раскрывает базовый принцип определения положения и ориентации шахтного транспортного средства 1 посредством сканирования и сравнения облака точек. Окружение шахтного транспортного средства 1 сканируется, и создаются вторичные данные 21 облака точек. Начальные первичные данные 22 облака точек могут быть созданы заранее, и они могут быть сохранены в блоке 14а управления на борту шахтного транспортного средства 1 или во внешнем устройстве 14с управления. Блок 14а, 14с управления может быть снабжен процессором и программой или алгоритмом сравнения облака точек для сопоставления вторичных данных 21 облака точек с первичными данными 22 облака точек. Таким образом, первичные данные 22 облака точек служат в качестве эталонных данных облака точек, а вторичные данные 21 облака точек служат в качестве оперативных данных облака точек. На фиг. 4 сопоставление 23 показано в сильно упрощенном виде. На основе сопоставления 23 блок 14а или 14б управления может определить положение и ориентацию шахтного транспортного средства 1 в системе 13 координат шахты. Каждая точка 17 из данных облака точек имеет x-, y- и z-координаты. В упрощенном примере фиг. 4 вторичные данные 21 облака точек полностью совпадают с эталонными данными 22 облака точек.

Вышеупомянутые принципы анализа сравнения облака точек и процедур наилучшего приближения облаков точек могут быть использованы для поиска и обнаружения положения и направления контролируемого объекта, такого как манипулятор или устройство для горных работ шахтного транспортного средства. В процессе сопоставления схем система обследует контролируемый объект и вычисляет данные о положении и направлении для него.

Фиг. 5 раскрывает обнаружение новых или измененных поверхностей шахты. Шахтное транспортное средство, оборудованное сканирующим устройством, может служить в качестве мобильного маркшейдерского устройства. Таким образом, шахтное транспортное средство может сканировать окружающую обстановку, когда оно останавливается у объекта работ для выполнения бурения или любой другой установленной горной работы. Блок управления выполнен с возможностью выполнять анализ сравнения облака точек и сравнивать оперативные вторичные данные 21 облака точек с эталонными данными 22 сканирования, хранимыми в блоке управления или полученными в нем. В процессе сопоставления схем система выявляет, содержат ли оперативные вторичные данные 21 сканирования одну или более новых окружающих точек 17а, которые не существуют в эталонных данных 22 облака точек. Эти новые точки 17а показаны на фиг. 5 как точки с белой заливкой. Блок управления может быть снабжен одним или более правилами объединения, определяющими необходимый коэффициент совпадения между вторичным сканированием 21 и эталонными данными 22 облака точек. Правило объединения может устанавливать потребность в 50% совпадении, например. Если установленное правило объединения выполняется, новые точки 17а объединяются с эталонными данным 22 облака точек. Таким образом, шахтное транспортное средство позволяет обнаруживать и регистрировать вновь созданные стены или измененные поверхности.

Фиг. 6 раскрывает обновленные новые эталонные данные 22а облака точек, которые включают в себя новые отсканированные точки.

Фиг. 7 представляет возможный блок управления и необходимые программы, исполняемые в процессоре блока управления для обработки полученных данных облака точек. Блок управления создает данные о положении, которые могут использоваться в оперативном управлении шахтным транспортным средством и для определения положения шахтного транспортного средства и плана горных работ.

Раскрытый блок управления может находиться на борту шахтного транспортного средства, вследствие чего он может предварительно обработать данные сканирования и может передать только результат в блок управления шахты с помощью устройства передачи данных.

Фиг. 8 иллюстрирует способ бурения забоя, в котором установку бурения породы располагают в месте бурения для бурения буровых скважин в соответствии со схемой расположения буровых скважин в направлении фронта забоя туннеля. Альтернативно бурением одного комплекта скважин R можно управлять в соответствии с любым видом плана экскавации. Глубина туннеля возрастает по мере продвижения экскавации. Таким образом, глубина туннеля возрастает с каждым новым комплектом скважин. Направление глубины DD показано с помощью стрелки.

Выработанное пространство 8 скальной породы, в которой работает установка 1 для бурения забоя, включает в себя осевую линию туннеля TL и полученный забой 9 в направлении глубины DD по осевой линии туннеля TL. Забой 9 расположен в конце туннеля 8. Забой 9 формируется, когда предыдущий комплект скважин взорван. Положение и форма забоя могут отклоняться от запланированных положений и формы, что продемонстрировано ломаными линиями 9а. Установка 1 для бурения забоя снабжается ска-

нирующим устройством SD или модулем для определения положения машины в шахте. Способ сканирования может также быть использован для определения положения забоя 9 относительно осевой линии туннеля TL в направлении глубины DD. Система может определить наибольшую глубину туннельного забоя 9 в направлении глубины DD по осевой линии туннеля TL и может определить точное положение забоя на основе наибольшей глубины. Кроме того, полученные данные сканирования могут быть использованы для определения туннельного профиля забоя 9, направления забоя 9 относительно осевой линии туннеля TL и топографии забоя 9.

Фиг. 9 и 10 иллюстрируют принцип способа бурения с веерным расположением скважин, при котором установку 1 бурения породы располагают в месте проведения бурения для бурения буровых скважин в соответствии со схемой расположения буровых скважин во внутренней контурной поверхности IS головного туннеля 8b. При веерном бурении может быть использована схема веерного расположения скважин, определяющая положения и направления буровых скважин. Установка 1 для веерного бурения снабжается сканирующим устройством SD или модулем для определения положения установки в шахте. Способ сканирования может также использоваться для определения положения забоя 9 относительно осевой линии туннеля TL в направлении глубины DD. Поверхности S и туннельные профили выработанного туннеля 8 могут также быть отсканированы и обнаружены.

При бурении забоя и веерном бурении также возможно использовать предварительно разработанную осевую линию туннеля TL в качестве плана горных работ вместо схем расположения буровых скважин. Кроме того, внутренние профили туннеля вдоль осевой линии туннеля также могут быть заданы заранее и введены в блок управления. План горных работ может также определять минимальный профиль и максимальный профиль для желательных частей туннеля.

Фиг. 11 показывает проекцию xz схемы 32 расположения буровых скважин для бурения забоя. Схема 32 расположения буровых скважин определяет множество буровых скважин 33, выполненных на множестве вложенных рядов 34a - 34c. Кроме того, схема 32 расположения буровых скважин может включать в себя полевые скважины от 35a до 35c, расположенные на участке между самым внутренним рядом 34c буровых скважин и выемкой 36. В схеме 34 расположения буровых скважин буровая скважина 33 может быть представлена в виде кольца. Кроме того, направление каждой буровой скважины 33 может быть указано директивной линией 37 в схеме 32 расположения буровых скважин. Расстояние между буровыми скважинами 33 называется расстоянием 38 между скважинами. Результаты мониторинга и зондирования предыдущих комплектов скважин могут быть приняты во внимание при корректировке последующих схем расположения буровых скважин.

Фиг. 12 показывает принцип схемы 32 расположения буровых скважин в связи с комплектом скважин R, подлежащим бурению. Забой 9 туннеля 8, подлежащий экскавации, может иметь навигационную плоскость N, к которой может быть привязана координатная система схемы 32 расположения буровых скважин. Навигационная плоскость N может определять местоположение в передней части забоя 9. Схема 32 расположения буровых скважин может содержать найденные местоположение и направление установки 1 бурения породы в системе координат, в этом случае навигация установки 1 бурения породы осуществляется в соответствии с системой координат до того, как начинается бурение. Дно забоя для комплекта скважин R может дополнительно включать в себя плоскость 39 взрывов на расстоянии, соответствующем длине схемы от навигационной плоскости N.

Фиг. 13 показывает шахту, содержащую несколько туннелей 8a - 8d и разные шахтные транспортные средства 1a - 1d, работающие в туннелях. В самом нижнем туннеле 8a имеется установка 1 для бурения забоя для бурения взрывных скважин во фронте забоя туннеля. Установка 1b для веерного бурения производит бурение по схеме веерообразного бурения во втором туннеле 8b. В третьем туннеле 8c погрузочное транспортное средство 1c перевозит отделенный каменный материал, и, кроме того, транспортное средство 1d для зарядки работает в четвертом туннеле 8d. Все эти шахтные транспортные средства, работающие в шахте, могут снабжаться раскрытыми выше планами горных работ и сканирующими модулями, посредством чего они могут располагаться и управляться с участием человека, как раскрыто в этой патентной заявке. Шахтные транспортные средства могут также предоставлять данные зондирования и мониторинга для устройства управления шахты MCU. Устройство управления шахты MCU может располагаться в диспетчерской и может быть соединено с одним или более терминальными устройствами или дисплейными устройствами DU для предоставления оператору информации о текущем состоянии и для отображения отчетов о состоянии работ.

Когда установка 1b в для веерного бурения используется для проходки туннелей, она может работать в головном туннеле и может бурить взрывные скважины в стенах и потолке головного туннеля. После взрывания взрывных скважин головной туннель увеличивается. Два последовательных веера взрывных скважин определяют длину комплекта скважин R. При бурении забоя установка 1a бурения забоя бурит буровые скважины в лобовой поверхности, т.е. забое туннеля 8a. После проведения экскавации сформированные шахтные пространства могут быть подвергнуты съемке с помощью модулей мониторинга шахтных транспортных средств. Модуль мониторинга может содержать сканирующее устройство для сканирования поверхностей забоев и других поверхностей туннелей 8a - 8d.

Чертежи и соответствующее описание предназначены только для иллюстрации идеи изобретения. В

своих деталях изобретение может варьироваться в объеме формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шахтное транспортное средство, содержащее подвижную тележку;
по меньшей мере одно устройство для горных работ для выполнения задач горных работ в шахте;
по меньшей мере одно сканирующее устройство для сканирования окружающей обстановки шахтного транспортного средства и получения данных 3D-сканирования окружающей обстановки;
по меньшей мере один блок управления, выполненный с возможностью получения данных и обработки этих данных по меньшей мере в одном процессоре и снабженный по меньшей мере одной программой сравнения облака точек, разрешенной к исполнению в процессоре;
начальные первичные данные облака точек хранятся в блоке управления, эти первичные данные облака точек содержат сохраненную эталонную модель шахты в системе координат шахты;
по меньшей мере одни вторичные данные облака точек, полученные сканирующим устройством шахтного транспортного средства, являются входными данными для блока управления, эти вторичные данные облака точек представляют собой оперативные данные сканирования текущего положения шахтного транспортного средства;
блок управления выполнен с возможностью выполнять программу сравнения облака точек для того, чтобы сопоставить оперативные вторичные данные облака точек с эталонными первичными данными облака точек;
блок управления выполнен с возможностью определять положение и направление шахтного транспортного средства в системе координат шахты на основе найденного соответствия между оперативными данными облака точек и эталонными данными облака;
блок управления выполнен с возможностью обнаруживать в оперативных данных сканирования новые или измененные окружающие объекты облака точек в отсканированном положении, обнаруживать данные облака точек вновь созданных или измененных стен и объединять новые данные облака точек с данными облака точек эталонной модели шахты, в результате чего блок управления выполнен с возможностью обновлять эталонную модель шахты на основе данных сканирования;
блок управления снабжен по меньшей мере одним планом горных работ, определяющим положение места выполнения горных работ в системе координат шахты и задачи горных работ, подлежащие выполнению на месте выполнения горных работ; и
блок управления выполнен с возможностью связывать найденное положение шахтного транспортного средства и положение на плане горных работ для инициирования задачи горных работ в месте выполнения горных работ.
2. Шахтное транспортное средство по п.1, в котором блок управления выполнен с возможностью определять область или участок шахты, где работает шахтное транспортное средство, и блок управления выполнен с возможностью на основе данных о положении сравнивать отсканированные вторичные данные облака точек с частичными данными облака точек шахты, в результате чего назначенные и ограниченные данные служат в качестве эталонных данных при сравнении.
3. Шахтное транспортное средство по п.1 или 2, в котором шахтное транспортное средство представляет собой установку бурения породы, содержащую по меньшей мере один буровой манипулятор с буровым блоком;
блок управления снабжен по меньшей мере одной схемой расположения скважин, служащей в качестве плана горных работ и определяющей положения и направления нескольких буровых скважин в системе координат шахты для одного комплекта скважин, подлежащих бурению, в заранее заданном положении бурения в шахте; и
блок управления выполнен с возможностью связывать найденное положение установки бурения породы и положение на схеме расположения скважин для инициирования бурения в положении бурения.
4. Шахтное транспортное средство по любому из пп.1-3, в котором шахтное транспортное средство способно работать в выработанном пространстве скальной породы, содержащем осевую линию туннеля и полученный забой в направлении глубины по осевой линии туннеля;
шахтное транспортное средство снабжено средствами для обнаружения забоя и для определения положения забоя относительно осевой линии туннеля в направлении глубины; и
блок управления выполнен с возможностью определять положение на плане горных работ на основе найденного положения глубины полученного забоя.
5. Шахтное транспортное средство по п.4, в котором шахтное транспортное средство содержит измерительное устройство для определения наибольшей глубины забоя туннеля в направлении глубины по осевой линии туннеля; и
блок управления выполнен с возможностью определять выявленную наибольшую глубину, чтобы

определить положение забоя.

6. Шахтное транспортное средство по любому из пп.1-5, в котором сканирующее устройство выполнено с возможностью сканирования в направлении полученного забоя, в результате чего данные облака точек, снабженные координатами, получают для полученных поверхностей ранее выработанного по меньшей мере одного комплекта скважин; и

блок управления выполнен с возможностью определять свойства полученных поверхностей на основе полученных данных облака точек.

7. Шахтное транспортное средство по п.5 или 6, которое содержит по меньшей мере один манипулятор, а устройство для горных работ размещено на дальнем конце манипулятора; и

манипулятор снабжен измерительным оборудованием, и местоположение забоя относительно тележки определяют путем расположения устройства для горных работ в контакте с забоем и определения местоположения забоя посредством снабженного измерительным оборудованием манипулятора, содержащего измерительные устройства.

8. Шахтное транспортное средство по любому из пп.1-6, в котором положение и направление шахтного транспортного средства определяют сканированием окружающей обстановки шахтного транспортного средства, в результате чего получают данные облака точек для шахтного транспортного средства;

по меньшей мере один блок управления снабжен эталонными данными облака точек для шахтного транспортного средства; и

по меньшей мере одну программу обработки облака точек выполняют по меньшей мере в одном блоке управления для сравнения отсканированных данных облака точек и эталонных данных облака точек для того, чтобы искать и обнаруживать устройство для горных работ в отсканированных данных облака точек и определять положение и направление шахтного транспортного средства.

9. Шахтное транспортное средство по любому из пп.1-8, в котором

блок управления снабжен планом шахты, представляющим собой 3D-модель шахты;

3D-модель шахты содержит данные облака точек в системе координат шахты;

блок управления выполнен с возможностью сравнивать данные облака точек, полученных с помощью сканирующего устройства, с 3D-моделью шахты в отношении обнаруженного положения и выполнен с возможностью выявлять в данных сканирования новые или измененные окружающие объекты в облаке точек в отсканированном положении, допускающем обнаружение и регистрацию вновь созданных или измененных стен; и

блок управления выполнен с возможностью объединять новые данные облака точек с данными облака точек 3D-модели шахты, в результате чего блок управления шахты выполнен с возможностью обновлять 3D-модель шахты на основе данных сканирования.

10. Шахтное транспортное средство по п.9, в котором

блок управления выполнен с возможностью обрабатывать полученные данные сканирования путем извлечения данных облака точек окружающих поверхностей и удаления данных облака точек всех других объектов, в результате чего создаются упрощенные данные облака точек окружающих поверхностей.

11. Блок управления в шахтном транспортном средстве для определения положения и направления шахтного транспортного средства, снабженного по меньшей мере одним сканирующим устройством, при этом блок управления содержит

средства связи для того, чтобы находиться в оперативной связи с упомянутым по меньшей мере одним сканирующим устройством;

средства приема для приема от упомянутого по меньшей мере одного сканирующего устройства оперативных данных сканирования о текущем положении шахтного транспортного средства, где данные сканирования представляют собой оперативные вторичные данные облака точек, полученные с помощью по меньшей мере одного сканирующего устройства; и

средства обработки для обработки полученных оперативных данных сканирования; при этом

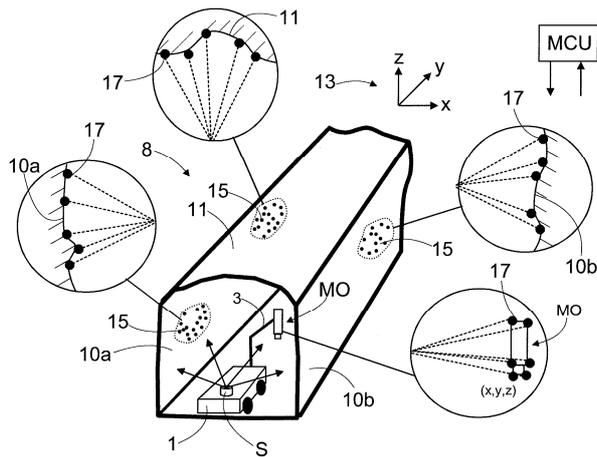
блок управления снабжен по крайней мере одной программой сравнения облака точек, разрешенной к исполнению в процессоре;

блок управления снабжен начальными первичными данными облака точек, включающими в себя сохраненную эталонную модель шахты в системе координат шахты;

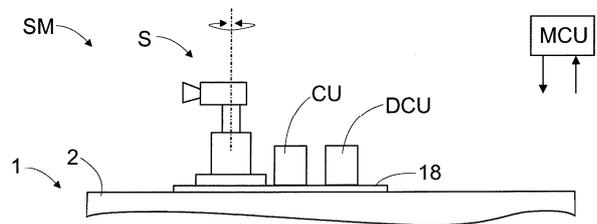
блок управления выполнен с возможностью выполнять программу сравнения облака точек для того, чтобы сопоставить полученные оперативные вторичные данные облака точек с эталонными первичными данными облака точек;

блок управления выполнен с возможностью определять положение и направление шахтного транспортного средства в системе координат шахты на основе найденного соответствия между оперативными данными облака точек и эталонными данными облака;

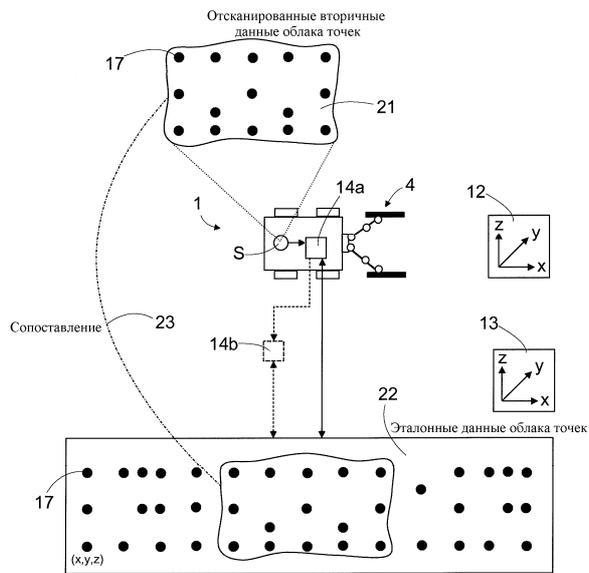
блок управления выполнен с возможностью обнаруживать в оперативных данных сканирования новые или измененные окружающие объекты облака точек в отсканированном положении, обнаруживать данные облака точек вновь созданных или измененных стен и объединять новые данные облака точек с данными облака точек эталонной модели шахты, в результате чего блок управления выполнен с возмож-



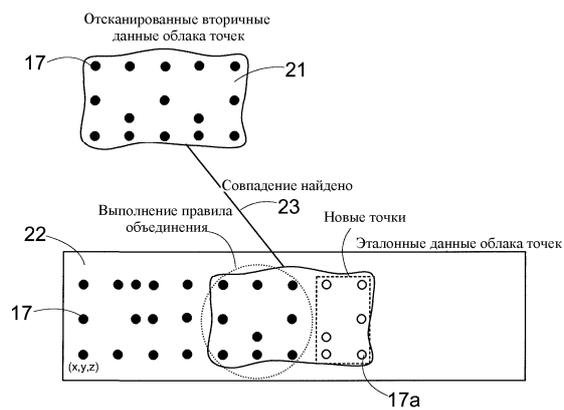
Фиг. 2



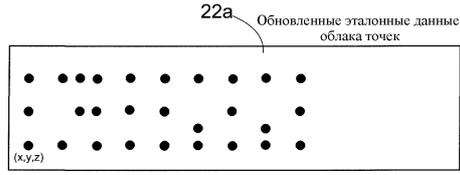
Фиг. 3



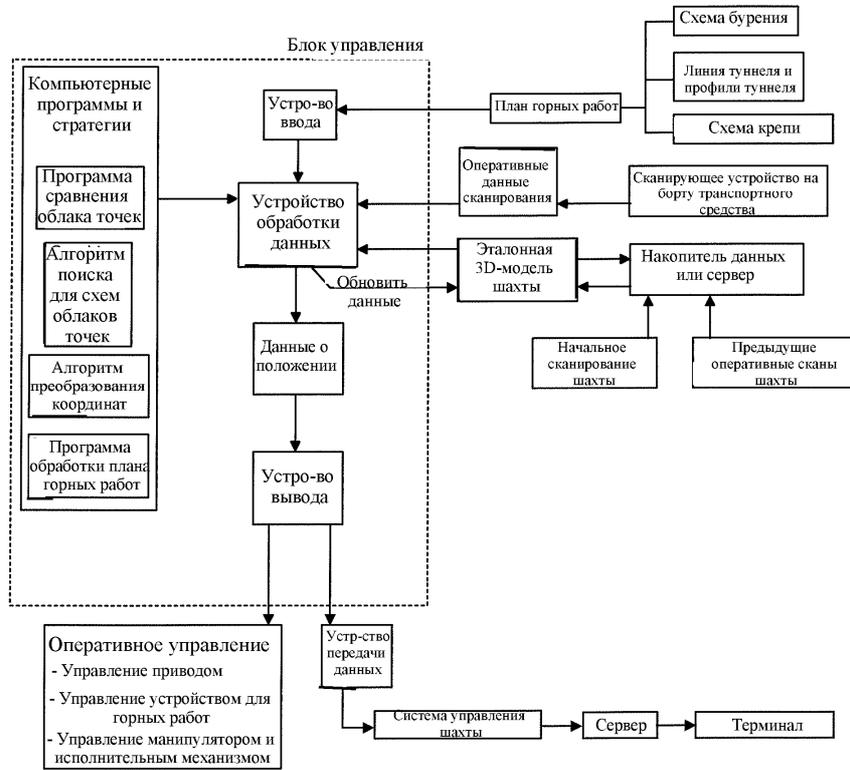
Фиг. 4



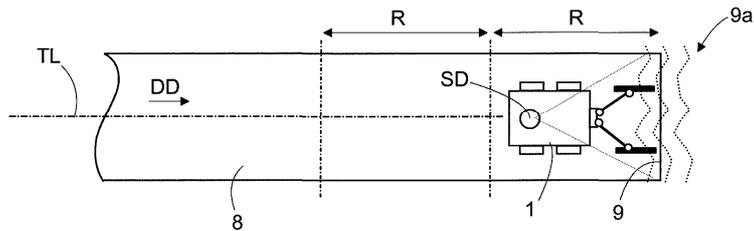
Фиг. 5



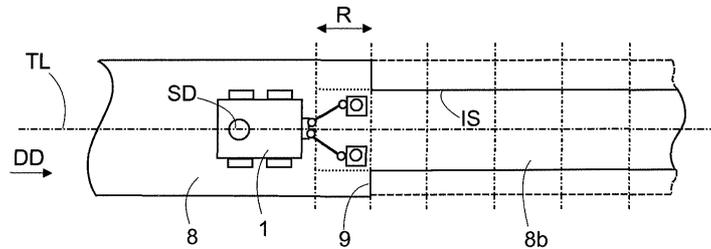
Фиг. 6



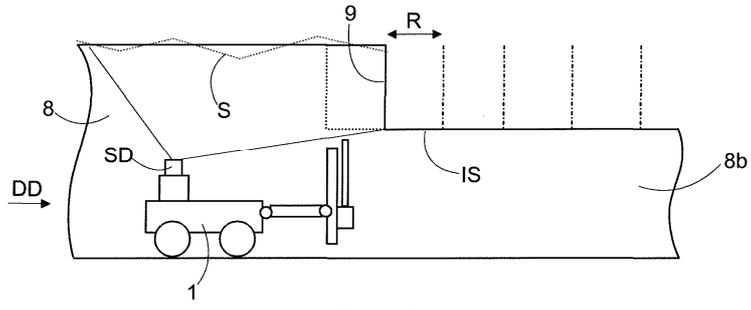
Фиг. 7



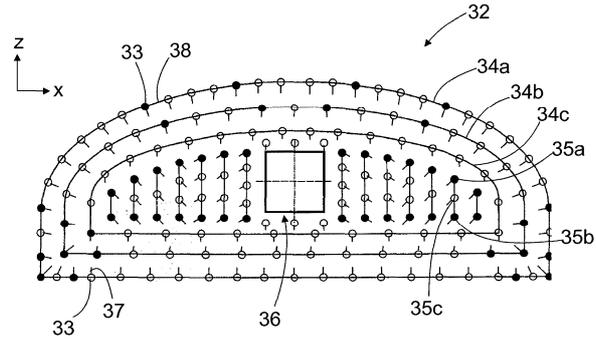
Фиг. 8



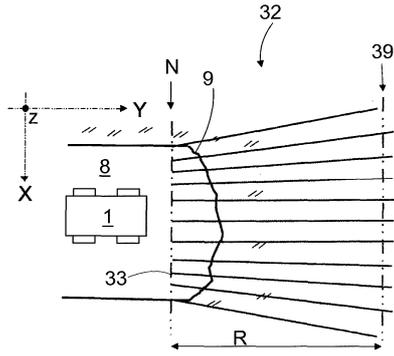
Фиг. 9



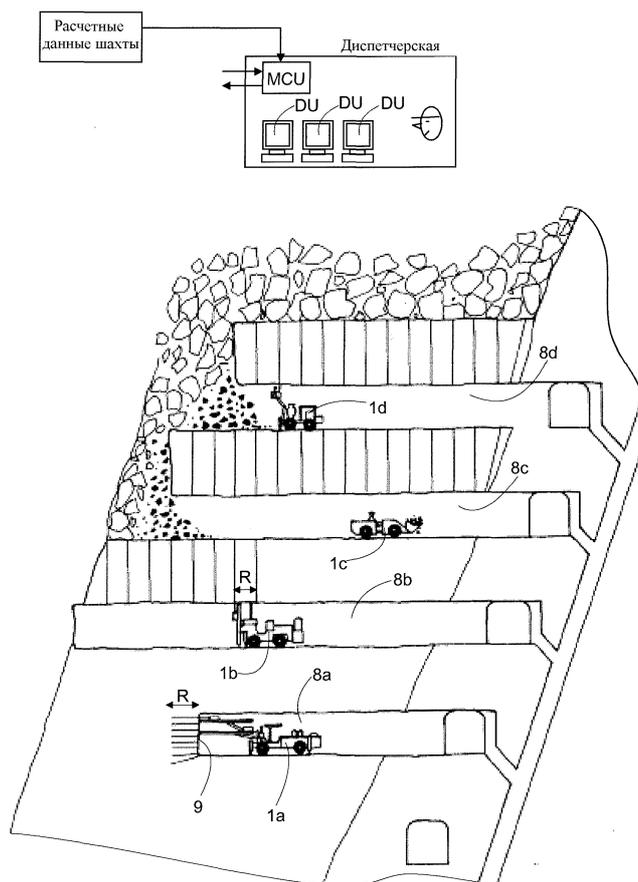
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

