

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу контроля структурного изменения штрека в процессе разработки и к устройству для его осуществления, а конкретно, но не исключительно, к использованию процессов разработки длинными забоями, применяемыми для добычи угля.

Предшествующий уровень техники

Разработка длинными забоями является одним из наиболее эффективных способов добычи ископаемого угля, когда добычу угля из крупного целика угля, ограниченного выработками (штреками), ведут посредством механизированного врубового устройства. Штреки обеспечивают доступ для оборудования и персонала и поэтому важны для процесса разработки длинными забоями.

Обычный процесс разработки длинными забоями предусматривает извлечение продукта с поверхности продуктивного целика с одновременной постепенной выемкой обратным ходом в направлении штрека. Таким образом, по мере прохождения шахты горный комбайн углубляется в штрек и несет на себе врубовое устройство, которое осуществляет выемку продукта с поверхности продуктивного целика. Движение в продуктивный целик в направлении штрека называется «выемкой обратным ходом».

Штреки обычно прорезают в напластование перед добычей продукта из продуктивного целика и продуктивного пласта, и эти штреки должны иметь продольную структурную целостность. Вместе с тем, процесс извлечения продукта из продуктивного целика обуславливает наличие больших механических напряжений в областях, окружающих штреки. Эти механические напряжения, в свою очередь, могут сообщать поверхностям штреков локальные перемещения, например, за счет образования гидравлических разрывов, появления вымоин, скалывания, растрескивания, которые обычно легко обнаружимы невооруженным глазом и могут быть соответствующим образом направлены. Однако механические напряжения создают в штреках и другие локальные особенности, которые могут привести к деформации структуры штрека со временем. Эта деформация известна под названием «схождение». Схождение представляет собой едва различимую и опасную форму деформации штреков, обусловленную механическими напряжениями, потому что она обычно происходит со скоростью, не воспринимаемой невооруженным человеческим глазом, что затрудняет ее обнаружение. Невозможность заметить схождение штреков может привести к смятию и разрушению самих штреков, а также к серьезным угрозам безопасности персонала и оборудования.

В прошлом схождение определяли с помощью экстензометрического устройства, устанавливаемого в конкретных местах в штреке для измерения расстояния между кровлей штрека и полом штрека в разные моменты времени. Этот способ зависит от ручной эксплуатации экстензометрического устройства, является инвазивным и зачастую должен осуществляться в опасной зоне. И до тех пор, пока с помощью экстензометрического устройства не будет проведено измерение вручную, человек-оператор не сможет удостовериться в том, что произошло избыточное схождение, приводящее к опасной ситуации. Помимо этого, такие способы могут мешать нормальному прохождению передвигающейся по штреку конструкции горного комбайна, используемого для добычи продукта с поверхности продуктивного целика.

Цели и сущность изобретения

Поэтому цели настоящего изобретения состоят в создании способа контроля структурного изменения штрека и установки для его осуществления, которые позволяют решить одну или несколько вышеупомянутых проблем.

В соответствии с первым широким аспектом изобретения создан способ определения структурного изменения штрека в процессе его разработки, заключающийся в том, что

используют сканирующий датчик профиля штрека, установленный в некотором положении в штреке, для сканирования в основном перпендикулярно направлению штрека;

получают первую развертку профиля поверхностей штрека и сохраняют информацию этой первой развертки профиля в запоминающем устройстве;

в более поздний момент времени получают вторую развертку профиля поверхностей штрека в основном перпендикулярно направлению штрека в некотором положении в штреке, которое в основном совпадает с положением, в котором делали первую развертку профиля;

получают информацию этой второй развертки; регистрируют сохраненную информацию первой развертки профиля вместе с информацией второй развертки профиля;

выявляют из зарегистрированной информации первой развертки профиля и второй развертки профиля любое структурное изменение поверхностей штрека.

В соответствии со вторым широким аспектом изобретения предложена установка для определения структурного изменения штрека в процессе его разработки, содержащая

сканирующее устройство для выдачи информации первой развертки профиля поверхностей штрека в некотором положении в штреке и в основном перпендикулярно направлению штрека, а в некоторый момент времени позже для выдачи информации второй развертки профиля поверхностей штрека в основном в том же положении в штреке, что и для первой развертки профиля штрека, и в основном перпендикулярно направлению штрека;

запоминающее устройство для сохранения информации первой развертки профиля;

регистрирующее средство для регистрации информации развертки профиля, сохраняемой в запо-

минающем устройстве, вместе с информацией второй развертки профиля, причем вторая развертка совпадает с тем положением, в котором делали первую развертку;

процессор разностей разверток, позволяющий выявить разности в информации первой развертки и второй развертки, по которым можно определить структурное изменение штрека.

Краткое описание чертежей

Для лучшего понимания изобретения ниже описаны варианты осуществления изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - схематический вид, иллюстрирующий (не в масштабе) пространственный вырез, характеризующий процесс разработки угля длинными забоями;

фиг. 2 - вертикальное поперечное сечение, проведенное через штрек и иллюстрирующее структурное изменение во времени профиля стен и/или кровли штрека;

фиг. 3 - вид в плане штрека, получаемого разработкой длинными забоями;

фиг. 4 - типичный профиль поперечного сечения штрека, полученный в декартовых координатах посредством сканирования с помощью датчика профиля;

фиг. 5 - блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая этапы способа согласно изобретению;

фиг. 6 - блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая этапы способа определения расстояния обратного хода;

фиг. 7 - вертикальное поперечное сечение, иллюстрирующее передвигающуюся по штреку конструкцию; и

фиг. 8 - блок-схема материальных аппаратных компонентов для определения структурного изменения штрека.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

На фиг. 1 представлен схематический вид, иллюстрирующий (не в масштабе) пространственный вырез, характеризующий процесс разработки угля длинными забоями, в котором использована врубовая машина 101 для разработки длинными забоями, которая движется из стороны в сторону поперек целика 103 угля в угольном пласте 105. На каждой стороне угольного пласта 105 предусмотрены выработки прямоугольной формы, известные под названием «штреки» и обозначенные позицией 107. Штреки 107 прорезают в напластование и/или угольный пласт 105 таким образом, что направление и размер штреков 107 соответствуют точным параметрам, таким как размер и положение в трехмерном пространстве и направление. Как правило, штреки 107 проходят параллельно друг другу. В одном или обоих штреках 107 предусмотрена передвигающаяся по штреку конструкция 109. Связующий механизм 111 соединяет конструкцию 109 и врубовую машину 101. Как правило, связующий механизм 111 представляет собой средство рельсового пути, по которому может передвигаться врубовая машина 101.

Конструкция 109 образует часть горного комбайна, связанного с проходкой, и предполагает наличие некоторого конкретного положения для обратного хода во время проходки. Врубная машина 101 передвигается назад и вперед по средству рельсового пути, образуемому связующим механизмом 111. Когда врубовая машина 101 движется, уголь извлекается из целика 102 угля. После перемещения врубовой машины 101 с одной стороны целика 103 угля на другую его сторону обеспечивается обратный ход конструкций 109 в направлении стрелок 113, что обуславливает перевод врубовой машины 101 в положение, предназначенное для дальнейшей добычи угля с раскрытой поверхности целика 103 угля. Вышеописанный процесс повторяется, перемещая упомянутую поверхность до тех пор, пока угольный пласт 105 не будет удален.

Устройство вышеописанного типа для разработки длинными забоями хорошо известно.

На фиг. 2 представлено вертикальное поперечное сечение, проведенное через штрек 107. В данном случае штрек 107 имеет пол 201, кровлю 203, а также две вертикальные боковые стенки 205 и 207. Боковая стенка 207 непосредственно примыкает к угольному пласту 105, тогда как боковая стенка 205 примыкает к окружающему напластованию и отстоит от целика 103 угля, подлежащего разработке. В иллюстративных целях пунктирная линия 209 иллюстрирует чрезмерное схождение в штреке 107 во время процесса разработки. В данном случае можно заметить, что верхний угол 211 имеет сохраненную общую целостность и не подвергся избыточному структурному изменению. Причина заключается в том, что верхний угол 211 отдален или находится на расстоянии от разрабатываемого целика 103 угля. Таким образом, угол 211, вообще говоря, подперт окружающим напластованием. С другой стороны, угол 213 боковой стороны целика угля показан значительно деформированным. Это структурное изменение произошло по причине удаления целика 103 угля с соседней вертикальной боковой стенки 207. Пунктирная линия 209 показывает деформацию боковых стенок 205 и 207, а также общее изменение формы кровли 209. Пол 201 также может изменяться, но в общем случае - в меньшей степени, чем боковая стенка 207 и кровля 203. Таким образом, из фиг. 2 понятно, что профиль кровли и боковых поверхностей штрека 107 изменился, и это изменение может представлять собой опасную ситуацию для персонала и/или горного оборудования. Схождение, как показано на фиг. 2, может быть предвестником надвигающегося смятия штреков 107 и/или смятия напластования и завала его в выработанное пространство. Следовательно, это схождение является структурным изменением поверхностей штрека 107.

На фиг. 3 представлен вид в плане штрека 107, получаемого разработкой длинными забоями, вдоль угольного пласта 105, иллюстрирующий положение передвигающейся по штреку конструкции 109. Связующий механизм 111, показанный на фиг. 1, опущен для ясности изображения. На фиг. 3 также показано, что конструкция 109 находится внутри штрека 107 относительно целика 103 угля. Конструкцию 109 можно перемещать в направлении 113 переднего и заднего хода известными способами в ответ на работу врубовой машины 102, совершающей резание целика 103 угля.

Конструкция 109 имеет сканирующий датчик 301 профиля штрека в переднем положении на конструкции 109. В заднем положении на конструкции 109 расположен второй сканирующий датчик 303 профиля штрека. На фиг. 3 показано использование двух сканирующих датчиков 301 и 303 профиля штрека для обеспечения передней развертки и задней развертки. Предпочтительный вариант осуществления не требует установки конструкций для слежения за разведанным штреком или специализированных рельсовых конструкций в штреке 107 для обеспечения измерения профиля штрека. Вместо этого, сканирующие датчики 301 и 303 профиля штрека установлены непосредственно на конструкции 109, которая уже присутствует в штреке 107 как атрибут процесса добычи, что дает важное практическое преимущество в контексте простоты воплощения системы. Однако в некоторых вариантах осуществления может оказаться желательным наличие единственного общего сканирующего датчика профиля штрека, который можно перемещать, например, на вращающемся столе, допускающем переднее положение и заднее положение относительно конструкции 109, что позволяет использовать единственный датчик для обеих разверток - передней и задней. В рассматриваемом конкретном варианте осуществления имеются два отдельных сканирующих датчика 301 и 303 профиля штрека, предназначенных для получения передней развертки профиля и задней развертки профиля, соответственно. Эти сканирующие датчики 301, 303 профиля штрека разделены расстоянием «d». Каждый из сканирующих датчиков 301, 303 профиля штрека выполнен с возможностью сканирования в основном перпендикулярно направлению движения для получения развертки профилей одного или нескольких из таких объектов, как поверхности кровли, стенок и пола штрека. Это обозначено на фиг. 3 линиями 305 и 307 сканирования соответственно. Сканирующие датчики 301, 303 профиля штрека в типичном случае являются сканирующими датчиками, относящимися к типам плоскостных и пространственных сканирующих дальномеров. Они включают в себя лазерные и радарные датчики, которые могут предусматривать комбинированное обнаружение дальности и особенностей поверхности (радар, испускающий излучение, пронизывающее грунт), и/или датчики изображения, такие как съемочные камеры, работающие в спектре видимого человеком излучения, или тепловые инфракрасные съемочные камеры. Кроме того, хотя в каждом из переднего и заднего положений 305, 307 показан один сканирующий датчик 301, 303 профиля штрека, в каждом из этих мест возможно множество таких датчиков. Датчики 301, 303 осуществляют сканирование в плоскости предпочтительно перпендикулярно направлению 113 обратного хода. В некоторых случаях плоскость развертки может быть немного наклоненной относительно ортогональной плоскости, не оказывая при этом негативное влияние на процесс определения структурного изменения штрека.

На фиг. 3 показан дополнительный сканирующий датчик 309, установленный на конструкции 109. Этот конкретный датчик 309 используется в качестве датчика, определяющего расстояние перемещения. Использование сканирующего датчика 309 для определения расстояния перемещения объектов, таких как роботы или аналогичные средства, достаточно полно отражено во многих первоисточниках, например, таких как S. Thrun. *Robotic Mapping: A Survey* (Роботизированное картографирование: Изыскания). In G. Lakemeyer and B. Nebel, editors, *Exploring Artificial Intelligence in the New Millennium* (Искусственный интеллект в разведке недр в новом тысячелетии). Morgan Kaufman, 2002. Таким образом, в этом варианте осуществления используется измерение расстояния перемещения с помощью сканирующего датчика. Как правило, датчик 309 может быть плоскостным лазерным дальномером, но может быть и пространственным лазерным дальномером или другим подходящим датчиком. Кроме того, для сканирования профиля можно воспользоваться любым из датчиков вышеупомянутых типов. В варианте осуществления согласно фиг. 3 датчик 309 установлен в переднем положении на конструкции 109. Это удобное положение, но оно не является ограничительным признаком местонахождения датчика 309 на конструкции 109.

Датчик 309 выполнен с возможностью сканирования вперед в штрек 107, как показано очерченной пунктиром областью 311 сканирования, однако может сканировать и в направлении назад, не оказывая негативное влияние на рабочие параметры датчиков 301, 303 при обнаружении структурного изменения. При сканировании осуществляется наблюдение за конкретными особенностями профиля и за счет надлежащей обработки сигналов развертки - вычисление расстояния перемещения. Сам процесс вычисления этого расстояния не является частью описываемого здесь базового изобретательского замысла.

Соответственно, во время процесса добычи передний сканирующий датчик 301 профиля сканирует поверхности штрека 107. В некоторый момент времени позже, когда конструкция 109 передвинется вдоль штрека 107 на расстояние, равное расстоянию «d», то задний сканирующий датчик 303 профиля окажется в том же положении, в котором передний сканирующий датчик 301 делал предыдущую развертку. Таким образом, развертки, сделанные обоими датчиками в этом положении, можно использовать для того, чтобы заметить любое структурное изменение в штреке во время процесса добычи. Информа-

цию, получаемую в результате сканирования посредством датчика 309, определяющего расстояние, можно использовать для определения расстояния перемещения, тем самым позволяя проводить регистрацию разверток, получаемых от переднего сканирующего датчика 301 профиля с развертками, получаемыми от переднего сканирующего датчика 301 профиля, в одном и том же положении.

Хотя датчик 309 показан на конструкции 109, как используемый для определения расстояния обратного хода или расстояния прямого хода конструкции 109, можно воспользоваться другими формами средств определения расстояния перемещения конструкции 109. Например, для измерения расстояния перемещения в направлении обратного хода можно воспользоваться простым линейным измерительным устройством. Тогда можно использовать измеренное расстояние для регистрации двух разверток. В альтернативном варианте можно разместить в дискретных положениях вдоль штрека 107 активаторы измерения сближения. Датчик может транспортироваться конструкцией 109, а работать он будет, когда окажется в непосредственной близости к этим активаторам, переключая сигналы для указания конкретного расстояния перемещения.

На фиг. 4 представлен типичный профиль поперечного сечения штрека, полученный посредством сканирования с помощью одного из сканирующих датчиков 301, 303 профиля штрека. Предполагается, что датчики 301, 303 имеют достаточно высокое разрешение, достаточную область сканирования и достаточную скорость для выдачи полезных данных профиля поверхностей штрека.

При измерении изменения штрека описываемой здесь системе требуется лишь общая устойчивость структуры штрека в течение периода движения конструкции 109. Это требование обычно легко удовлетворяется, поскольку скорость изменения штрека намного меньше, чем временной интервал измерения профиля. В процессе добычи конструкция 109 передвигается в течение коротких периодов на малые расстояния с длинными интервалами неподвижности между ними. Например, конструкция 109 может передвигаться на 1 м за 5 с в направлении 113 обратного хода. Может пройти несколько часов перед тем, как конструкция 109 снова продвинется в направлении 113 обратного хода. Скорости схождения штрека, как правило, находятся на уровне, соответствующем малой скорости. Например, схождение на 50 мм в течение одной недели между активными работами может номинально соответствовать приемлемо устойчивому штреку 107. Вместе с тем, если схождение происходит гораздо быстрее, то это может указывать на вероятность нестабильной и опасной ситуации. Этот вариант осуществления предусматривает некоторый порог обработки, который может быть основан на информации о предварительно установленном допустимом безопасном профиле для шахты. Таким образом, если развертки, получаемые из переднего сканирующего датчика 301 профиля и заднего сканирующего датчика 303 профиля, отличаются на величину, превышающую упомянутый порог, то можно предусмотреть выходной предупреждающий сигнал.

На фиг. 5 показана блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая различные технологические этапы, используемые для определения структурного изменения штрека в этом варианте осуществления. Процесс начинается на этапе 503 получения развертки из датчика 309 положения и передачи ее на этап 505 определения расстояния обратного хода. Сигнал расстояния обратного хода затем выдаетея на этапе 507 в систему управления горным комбайном. Расстояние обратного хода также обрабатывается на этапе 509 принятия решения для определения изменения в расстоянии обратного хода. Если ответ «Нет», то процесс возвращается к этапу 503, если ответ «Да», то получают развертки из датчиков 301, 303 профиля и сохраняют их в запоминающем устройстве на этапе 513. На этапе 515 осуществляют совместную регистрацию полученных разверток из датчиков 301, 303 таким образом, что развертки из сканирующего датчика 303 соответствуют положению разверток, полученных из датчика 301 в том же положении вдоль штрека 107. Иными словами, когда датчик 303 переместился в направлении 113 обратного хода на расстояние «d» в точку, которая совпадает с положением, где раньше была получена развертка из датчика 301, то регистрация происходит. На этапе 517 развертки датчиков совмещают для компенсации внесения любого изменения (из-за сползания и других факторов, которые могут возникнуть) в относительное положение конструкции 109 во время прохождения ею расстояния «d». Этот аспект будет должным образом пояснен ниже.

Оба профиля сканирования, являющиеся профилями, получаемыми от датчика 301 и от датчика 303, затем пропускаются на этап 519, где сигналы профилей вычитаются один из другого для выявления любого изменения. Результат этого вычитания представляет собой меру схождения. Хотя сигналы указаны как вычитаемые один из другого, можно воплотить и другие формы вычисления изменения. Например, можно отмечать время, необходимое заднему датчику 303 для того, чтобы пройти расстояние «d», наряду с разностным изменением в профиле. Это время, в свою очередь, может представлять собой скорость изменения во времени и может быть использовано для прогнозирования смятия штрека 107 или окружающего напластования. Любые разности, или схождение, можно пропускать в запоминающее устройство для архивных записей на этапе 523, вследствие чего позже можно будет обратиться к соответствующим результатам. Любые разности (схождение) затем пропускаются на этап 525 обработки для принятия решения, превышают ли разности (или скорость схождения) предварительно определенный порог. Этот порог можно выбрать соответственно разностным изменениям информации известного или ожидаемого профиля для конкретной шахты. Если блок обработки для принятия решения определяет, что порог не превышен, то процесс возвращается к этапу 503. Если блок обработки для принятия решения

определяет, что порог превышен, то можно предусмотреть выдачу сигнала тревожного оповещения на этапе 527. Одновременно с этим процесс может возвратиться к этапу 503.

Следует понять, что на этапе 519 можно отображать любые разности на экране монитора и определять сходжение посредством визуального осмотра экрана. А это означает, что человек может затем принять субъективное воздействие на основании упомянутого наблюдения.

На фиг. 6 показана блок-схема последовательности технологических этапов, предусматриваемых при определении расстояния перемещения обратным ходом вдоль направления 113 обратного хода. В данном случае на передвигающуюся по штреку конструкцию 109 установлен плоскостной или пространственный дальномер, например плоскостной дальномер на основе лазера, показанный на фиг. 3 как датчик 309. Вместе с тем, он может предусматривать использование датчика 301 для определения положения (а также использование датчика 301 для получения развертки профиля). Датчик 309 измеряет расстояние от него до поверхностей штрека. Как правило, он имеет развертку, которая проходит по области сканирования, составляющей 180° .

Используемая скорость получения данных составляет 25-30 проходов сканирования в секунду. Как указывалось ранее, можно использовать датчик любого типа, так что конкретный тип датчика не является критичным для этого воплощения. Можно воспользоваться любыми известными способами (например, учитывающими нарастающие изменения) для определения расстояния движения и расстояния перемещения платформы с помощью датчика. В этих способах возможно использование некоторой формы сравнения эталонной и текущей разверток на основании нижеследующих критериев.

Изменение в положении и/или ориентации датчика соответствует изменению поступательного или вращательного движения в диапазоне сканирования. Выводы о движении, оцениваемом по нарастающим изменениям, можно сделать путем вычисления конкретных составляющих поступательного или вращательного движения, чтобы осуществить согласование ранее полученной развертки с текущей разверткой. Выводы о текущем положении и/или ориентации в некоторый заданный момент времени можно сделать путем накопления нарастающих составляющих поступательного и вращательного движения.

На фиг. 6 показаны четыре подэтапа, используемые при определении положения передвигающейся по штреку конструкции 109 с использованием подхода, предусматривающего измерение на основе лазера. В данном случае система запускается на этапе 601. На этапе 603 считывается текущая развертка из датчика 305 положения. На этапе 605 принимается решение о завершении развертки, т.е. «прошел ли первый момент времени». Если ответ «Да», то система принимает текущую развертку за эталонную развертку на этапе 607 и возвращается к считыванию следующей развертки из датчика положения на этапе 603. Если ответ «Нет», то система переходит к этапу 609 для вычисления нарастающих разностей разверток. В данном случае система вычисляет разности (если они есть) поступательного и/или вращательного движения между текущей разверткой и эталонной разверткой, чтобы измерить любое нарастающее изменение в положении и/или ориентации передвигающейся по штреку конструкции 109, которое могло возникнуть между соседними развертками, полученными с помощью датчика положения. Для воплощения этого процесса существуют многие известные способы. Наиболее распространенными являются корреляция разверток и алгоритм итеративной ближайшей точки (ИБТ). Другой подход, известный под названием «одновременное определение местоположения и картографирование» (ООМК), может оказаться полезным, если сигналы датчика положения при получении разверток оказываются зашумленными. Точный процесс не является критичным для данного изобретательского замысла.

Подход, основанный на корреляции разверток, наиболее полезен, когда доминирующая составляющая движения ориентирована в направлении 113 обратного хода. Ввиду больших габаритов и массы конструкции 109, можно предположить, что ее движение будет происходить главным образом в направлении 113 обратного хода. Сползание и ориентация также изменяются, но в типичном случае они изменяются лишь в малой степени по сравнению с движением в направлении 113 обратного хода. При реализации подхода, основанного на корреляции, чистое изменение поступательного движения между эталонной и текущей развертками можно получить за один-единственный этап стандартной корреляции. Поскольку датчик 309 получает информацию в форме данных, выраженных в декартовых координатах, любые изменения перемещения, наблюдаемые в корреляции эталонной развертки с текущей разверткой, можно связать непосредственно с нарастающим изменением в положении конструкции 109. Подход, основанный на корреляции, полезен в случае, когда датчик 309 положения установлен для обеспечения области сканирования параллельно направлению 113 обратного хода.

Если используется подход итеративной ближайшей точки, то алгоритм ИБТ определяет обратный ход и сползание передвигающейся по штреку конструкции 109. ИБТ является обобщенным алгоритмом итеративного совмещения, который работает за счет оценивания жесткого вращения и поступательного движения, что приводит к наилучшему отображению первой развертки на вторую, и применения этого преобразования к первой развертке. После этого происходит повторное итеративное ведение процесса до тех пор, пока не будет достигнуто сходжение по алгоритму ИБТ. Нарастающие изменения поступательного и вращательного движения получают в соответствии со сходжением по алгоритму ИБТ, и эти изменения могут быть связаны непосредственно с нарастающими изменениями в положении передвигающейся по штреку конструкции 109. Алгоритм ИБТ рекомендуется в случаях, когда датчик положения

установлен для обеспечения области поперечного сканирования относительно направления 113 обратного хода.

Точность изменения на обратном ходу можно повысить, предусматривая вариант, в котором игнорируются очень малые нарастающие изменения в развертках на обратном ходу, возникающие в результате схождения штрека.

Нарастающие разности разверток, создаваемые на этапе 609, сначала, сравниваются с предварительно определенным минимальным порогом изменений положения на этапе 613 на основании ожидаемого движения передвигающейся конструкции 109 и скорости схождения.

Если нарастающая разность разверток, вычисленная на этапе 609, превышает предварительно определенный порог нарастающего изменения, то делается вывод, что конструкция 109 совершает движение, и обработка переходит к этапу 611, в противном случае система переходит к этапу 607 и возвращается к считыванию показаний датчика на этапе 603.

Этап 613 сравнения нарастающих изменений можно использовать в случаях, когда конструкция 109 остается неподвижной в течение длительных периодов времени в присутствии значительного схождения штрека. Если конкретная информация, касающаяся схождения или динамики передвигающейся по штреку конструкции, не известна, то на этапе 613 можно просто задать порог равным нулю, и при этом нарастающие разности, создаваемые на этапе 609, будут обрабатываться на этапе 611.

На этапе 611 накапливаемые нарастающие разности разверток определяются путем суммирования нарастающих составляющих поступательного движения, вычисленных на этапе 609. При необходимости составляющие вращательного движения можно получать аналогичным образом. Дистанционное изменение на обратном ходу впоследствии используют для индексации и регистрации информации сигналов развертки, полученных на основании профилей, определенных передним и задним датчиками, с целью вычисления сходимости штрека.

В некоторых редких случаях, когда подход, предусматривающий применение датчиков на основе лазеров, оказывается не пригодным, можно получать независимое измерение положения другими путями. Один путь заключается в использовании высокоточной инерциальной навигационной системы или другой системы, такой как вышеописанная система датчиков сближения.

Следует отметить, что этап 517, показанный на фиг. 5, требует проведения совмещения профилей развертки переднего и заднего датчиков по относительному положению. Вычисление схождения основано на допущении, что сигналы информации сканирующих датчиков профиля наблюдаются из одного и того же места в пространстве в разные моменты времени. Таким образом, предполагается, что относительная траектория и положения траекторий переднего и заднего датчиков профиля совпадают. Поэтому предполагается, но это несущественно, что траектория заднего датчика 303 довольно точно отслеживает траекторию и положение переднего датчика 301. Это обычно имеет место при разработке длинными забоями ввиду относительно малого пространственного промежутка между двумя датчиками 301, 303 (как правило, составляющего 5-30 м), а также весьма ограниченной динамики медленного движения передвигающейся по штреку конструкции 109. В этом случае, который является идеальным, можно предположить, что совмещение сигналов профиля, получаемых из переднего 301 и заднего 303 датчиков, не требуется. Однако в некоторых случаях сигналы, получаемые из датчиков профиля, могут демонстрировать малые изменения в относительных положениях и ориентации/размещении на протяжении расстояния перемещения передвигающейся по штреку конструкции 109 на разделительное расстояние «d». Таким образом, датчики 301, 303 будут наблюдать за поверхностью с разных точек обзора. Малые изменения будут легко компенсироваться (если это необходимо) одним из следующих способов.

1. Использование естественно-стационарных геологических структур.

Обнаружено, что верхний угол 211 (фиг. 2) штрека 107 является геологически устойчивым и может поддерживать структурную целостность в течение длительных периодов, зачастую - в течение многих месяцев. Этот угол 211 легко различим в информации развертки датчика профиля штрека и может быть использован в качестве ориентира для оценки положения отдельного датчика профиля. Такой метод полезен в случае, когда очевидно малое изменение положения датчика. Такая конфигурация показана на фиг. 7.

Положение и ориентацию верхнего угла 211 можно получить посредством стандартного применения алгоритма ИБТ (упоминавшегося выше) в интересующем углу для разверток обоих - переднего и заднего - датчиков профиля. Затем можно получить требуемую компенсацию положения профиля путем непосредственного применения вычисленных значений поступательного и вращательного движения, связанных с развертками переднего и заднего датчиков при интересующем конкретном расстоянии обратного хода. Потом информацию о положении применяют для преобразования развертки профиля, получаемой с помощью заднего датчика, в ту же самую систему координат датчика, в которой получена развертка из переднего датчика 301. Поскольку схождение связано с разностями профилей расстояния вдоль штрека, т.е. с относительными, а не абсолютными разностями профилей, достаточно вычислить разницу в положениях профилей, чтобы определить схождение.

2. Независимое измерение положения.

В этом случае, когда предыдущий способ оказывается не пригодным, можно предложить воспользоваться высокоточными инерциальными навигационными блоками либо для усиления, либо для обеспечения независимого измерения положений переднего и заднего датчиков. Вышеописанный аналоговый компенсационный способ сходным образом применяется в данном случае к заднему датчику 303, при этом протяженность поступательного и вращательного движения, сообщаемая в информации профиля заднего датчика, задается разностью положений переднего и заднего датчиков.

На этапе 519 согласно фиг. 5 вычисляют разности профилей. В данном случае схождение определяется вычислением алгебраической разности по всем охватываемым разверткам профилей диапазона поверхностей штрека. Иными словами, речь идет о развертках переднего и заднего профилей, получаемых из соответствующих датчиков 301, 303, которые имеют одно и то же положение. В отличие от традиционных односточечных способов измерения сходимости этот подход предусматривает вычисление по всем поверхностям, обеспечивая громадное увеличение количества и повышение качества и информации для оценки профиля штрека. Преимущество использования лазерного датчика заключается в том, что вычисление схождения отображает реальное смещение в штреке 107.

В идеальном случае, когда в штреке поддерживается структурная целостность, схождение будет нулевым. Однако в общем случае будет происходить деформация, и поэтому схождение будет ненулевым.

Можно использовать и другие формы обеспечения определения структурного изменения штрека, например, в которых можно воспользоваться абсолютными разностями и корреляцией изображений. В предпочтительном примере для выявления разностей в сигналах информации из переднего датчика 301 и заднего датчика 303 используют процесс вычитания.

На этапе 525, показанном на фиг. 5, можно осуществить контроль целостности штрека и/или оценку структурного изменения пласта, убеждаясь в том, что значения разности или скорость превысили значение предварительно определенного порога. Такой порог применим к конкретной шахте, имеющей отношение к известным, определенным в прошлом уровням порога, на которых можно ожидать устойчивости и/или на которых устойчивость, вероятно, будет нарушена.

Следует понять, что путем использования сканирующего датчика для определения перемещения на некоторое расстояние, т.е. расстояние обратного хода, можно получить точную меру такого расстояния. Кроме того, как показано на фиг. 5, на этапе 507 измерение расстояния перемещения выдается в существующую систему управления горным комбайном, управляя этим самым горным комбайном.

На фиг. 8 показана блок-схема предпочтительного варианта осуществления. Следует понять, что большинство функциональных технологических этапов осуществляются внутри управляемой компьютером системы за счет функциональных возможностей специально разработанного программного обеспечения. На фиг. 8 показан передний сканирующий датчик 301 профиля и задний сканирующий датчик 303 профиля. Каждый из этих датчиков имеет плоскость сканирования лазерного луча, обозначенного позицией 801. Эта плоскость проходит по дуге сканирования 180° и обычно перпендикулярна направлению 113 обратного хода. Выходные информационные сигналы выдаются в процессор 803, где выходные информационные сигналы должным образом обрабатываются с целью удаления шума и других нежелательных составляющих сигнала. Выходные сигналы затем выдаются в запоминающее устройство 805. Сканирующий датчик 309 положения имеет развертку 807, которая направлена вперед от передвигающейся по штреку конструкции 109 в направлении 113 обратного хода. Как правило, этот сканирующий датчик является лазерным сканирующим датчиком, а плоскость развертки наклонена вперед. Выходные информационные сигналы пропускаются через схему обработки (не показана) для удаления информации шума и других нежелательных сигналов. Затем сигналы пересылаются в процессор 811 расстояния обратного хода. Затем процессор 811 расстояния обратного хода вычисляет расстояние обратного хода, выдаваемое в схему 813 регистрации. Здесь информационные сигналы, отображающие развертки, получаемые из переднего 301 и заднего 303 датчиков, регистрируются в одном и том же положении сканирования в штреке 107. Оба сигнала затем пропускаются через схему 815 вычитания, где определяются разности между информационными сигналами разверток. Затем любые разностные сигналы пропускаются в пороговую схему 817, где осуществляется контроль разностных сигналов для определения превышения этими сигналами порога диапазона или скорости, заданного в пороговой схеме 817. Если разностные сигналы превышают этот порог, то создается выходной предупреждающий сигнал из блока 819 предупреждающей сигнализации. Результаты схемы 815 вычитания также пропускаются через пороговую схему непосредственно в схему 821 контроля, такую как экран монитора, вследствие чего наблюдатель может физически контролировать разностные сигналы. Вместе с тем, можно пересылать сигналы в запоминающее устройство 823 для регистрации прошлых параметров. Как очевидно для специалистов в области управления операциями горных комбайнов, в вышеописанные варианты осуществления можно внести изменения. Например, можно, конечно, контролировать схождение на конкретном расстоянии обратного хода лишь с помощью одного из сканирующих датчиков профиля. В этом случае, если передвигающаяся по штреку конструкция 109 не перемещается на некоторое расстояние в штреке 107, то первую развертку профиля можно получать либо из переднего, либо из заднего датчика, а затем - в некоторый момент вре-

мени позже из того же самого датчика можно получать вторую развертку профиля. В этом случае можно сохранять информацию первой развертки профиля и регистрировать ее вместе со второй разверткой профиля, выявляя любые разности. Затем можно обрабатывать разностные сигналы так же, как в вышеописанном варианте осуществления, в связи с определением того, превышает ли рассматриваемая разность ту разность, которая обуславливается предварительно определенным порогом дальности или скорости. Таким образом, можно определить любое схождение даже в случае, если датчики сканирования профиля не перемещаются на некоторое расстояние в направлении 113 обратного хода. Можно соответствующим образом перенастроить связанные с этим этапы программной обработки, чтобы обеспечить эту обработку информации разверток профиля.

В варианте вышеописанной обработки можно использовать один-единственный сканирующий датчик для получения разверток профиля в разные моменты времени в одном и том же положении в штреке. Можно регистрировать результирующую информацию разверток и определять любое схождение.

Эти и другие изменения можно внести в рамках притязаний изобретения, существо которого следует определять, исходя из вышеизложенного описания и нижеследующей формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения структурного изменения штрека в процессе разработки, включающий использование сканирующего датчика профиля штрека, установленного в положении в штреке, для сканирования в основном перпендикулярно направлению штрека, получение первой развертки профиля поверхностей штрека и сохранение информации этой первой развертки профиля в запоминающем устройстве;

получение в более поздний момент времени второй развертки профиля поверхностей штрека в основном перпендикулярно направлению штрека в некотором положении в штреке, которое в основном совпадает с тем положением, в котором получена первая развертка профиля, и получение информации второй развертки;

регистрацию сохраненной информации первой развертки профиля вместе с информацией второй развертки профиля;

выявление из зарегистрированной информации первой развертки профиля и второй развертки профиля любого структурного изменения поверхностей штрека.

2. Способ по п.1, в котором сканирующий датчик штрека установлен на передвигающуюся по штреку конструкцию горного комбайна и первая развертка профиля получена из переднего положения передвигающейся по штреку конструкции, а вторая развертка профиля получена из заднего положения передвигающейся по штреку конструкции в момент, когда заднее положение в основном совпадает с положением в штреке, в котором получена первая развертка профиля.

3. Способ по п.2, предусматривающий использование сканирующего датчика штрека, находящегося в переднем положении, для получения первой развертки профиля в переднем положении, и сканирующего датчика штрека, находящегося в заднем положении, для получения второй развертки профиля в заднем положении.

4. Способ по п.3, предусматривающий сохранение информации, касающейся расстояния промежутка между положением на передвигающейся по штреку конструкции, в котором получена первая развертка, и положения на передвигающейся по штреку конструкции, в котором получена вторая развертка, так что когда расстояние перемещения передвигающейся по штреку конструкции в основном соответствует расстоянию промежутка между этими положениями, обеспечивается возможность наложения разверток и регистрации хранимой информации первой развертки профиля и второй развертки профиля.

5. Способ по п.1, предусматривающий сравнение информации из первой развертки профиля и второй развертки профиля для получения накладываемых профилей разверток с целью выявления разностей между ними.

6. Способ по п.5, в котором любые разности сравниваются с разностью, обуславливаемой предварительно определенным порогом дальности или скорости, и выдается выходной сигнал, если порог превышен.

7. Способ по п.3, предусматривающий установку датчика расстояния на передвигающуюся по штреку конструкцию для определения расстояния перемещения таким образом, что если расстояние перемещения соответствует расстоянию промежутка между передним датчиком и задним датчиком и осуществляют общее наложение разверток, то затем может осуществляться упомянутая регистрация.

8. Способ по п.2, предусматривающий компенсацию информации развертки в переднем положении или информации развертки в заднем положении, учитывающую любое изменение, которое может произойти в такой информации в результате изменения траектории или положения конструкции при ее передвижении по штреку.

9. Способ по п.6, в котором выдаваемый выходной сигнал является предупреждающим выходным сигналом.

10. Способ по п.6, в котором разность, обуславливаемая предварительно определенным порогом, основана на предварительно установленных допустимых безопасных изменениях разностей, обуславливаемых информацией профилей для шахты.

11. Способ по п.5, в котором схождение поверхностей штрека определяют путем выявления разностей в накладываемых профилях развертки.

12. Способ по п.2, в котором развертка в переднем положении и развертка в заднем положении получены из сканирующих датчиков, представляющих собой плоскостные или пространственные сканирующие дальномеры.

13. Способ по п.7, в котором датчик расстояния выбирают из плоскостных или пространственных сканирующих дальномеров, в котором расстояние обратного хода определяется как расстояние перемещения.

14. Способ по п.13, в котором осуществляют сканирование датчиком расстояния в направлении ожидаемого направления обратного хода передвигающейся по штреку конструкции.

15. Способ по п.14, в котором расстояние обратного хода определяют путем обработки информации из сканирующего датчика профиля с использованием корреляционного или геометрического способа.

16. Установка для определения структурного изменения штрека в процессе разработки, содержащая сканирующее устройство для выдачи информации первой развертки профиля поверхностей штрека в положении в штреке и в основном перпендикулярно направлению штрека, а в более поздний момент времени информации второй развертки профиля поверхностей штрека в основном в том же положении в штреке, что и для первой развертки профиля штрека, и в основном перпендикулярно направлению штрека, запоминающее устройство для сохранения информации первой развертки профиля, регистрирующее средство для регистрации информации развертки профиля, сохраняемой в запоминающем устройстве, вместе с информацией второй развертки профиля, причем вторая развертка совпадает с тем положением, в котором получена первая развертка, процессор разностей разверток, позволяющий выявить разности в информации первой развертки и второй развертки, по которым определяется структурное изменение штрека.

17. Установка по п.16, в которой сканирующее устройство выполнено с возможностью установки на передвигающейся по штреку конструкции таким образом, что обеспечивается наличие сканирующего датчика в переднем положении указанной конструкции для первой развертки и второго сканирующего датчика в заднем положении указанной конструкции для второй развертки.

18. Установка по п.17, содержащая датчик положения для определения расстояния перемещения передвигающейся по штреку конструкции и процессор для обработки расстояния перемещения, определяемого с помощью упомянутого датчика, вместе с расстоянием промежутка между передним положением развертки и задним положением развертки для определения совпадения переднего положения развертки с задним положением развертки, обеспечивающего регистрацию регистрирующим средством информации разверток профиля.

19. Установка по п.18, содержащая процессор для обработки информации разверток в переднем положении развертки и заднем положении развертки для определения любого изменения траектории или расположения в положении, в котором получена вторая развертка, относительно положения, в котором получена первая развертка, а также для компенсации информации разверток с учетом любого такого изменения перед обработкой процессором разностей разверток.

20. Установка по п.18, содержащая блок сравнения, предназначенный для сравнения информации первой развертки с информацией зарегистрированной второй развертки путем наложения информации обеих разверток.

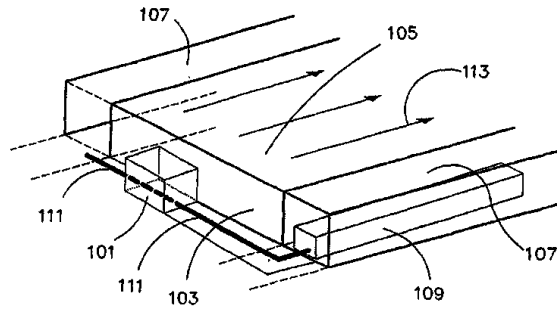
21. Установка по п.16, содержащая пороговую схему, в которой любая разность в информации разверток инициирует выходной сигнал, если эта разность превышает порог.

22. Установка по п.21, содержащая устройство предупреждающей сигнализации для выдачи предупреждающего сигнала, если упомянутая разность превышает порог.

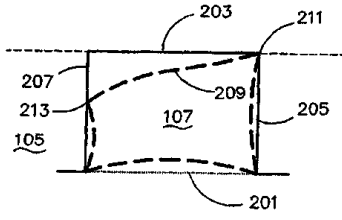
23. Установка по п.16, в которой сканирующее устройство для обеспечения разверток выбрано из плоскостных или пространственных сканирующих дальномеров.

24. Установка по п.18, в которой датчик расстояния выбран из плоскостных или пространственных сканирующих датчиков.

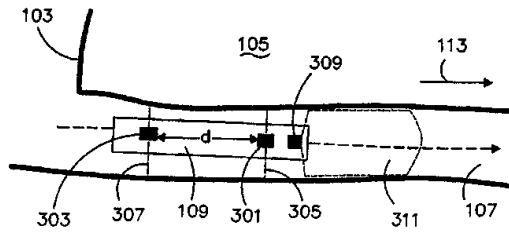
25. Установка по п.16, в которой схождение поверхностей штрека определяется исходя из выявленных разностей, получаемых из процессора разностей разверток.



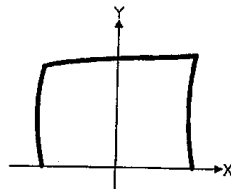
Фиг. 1



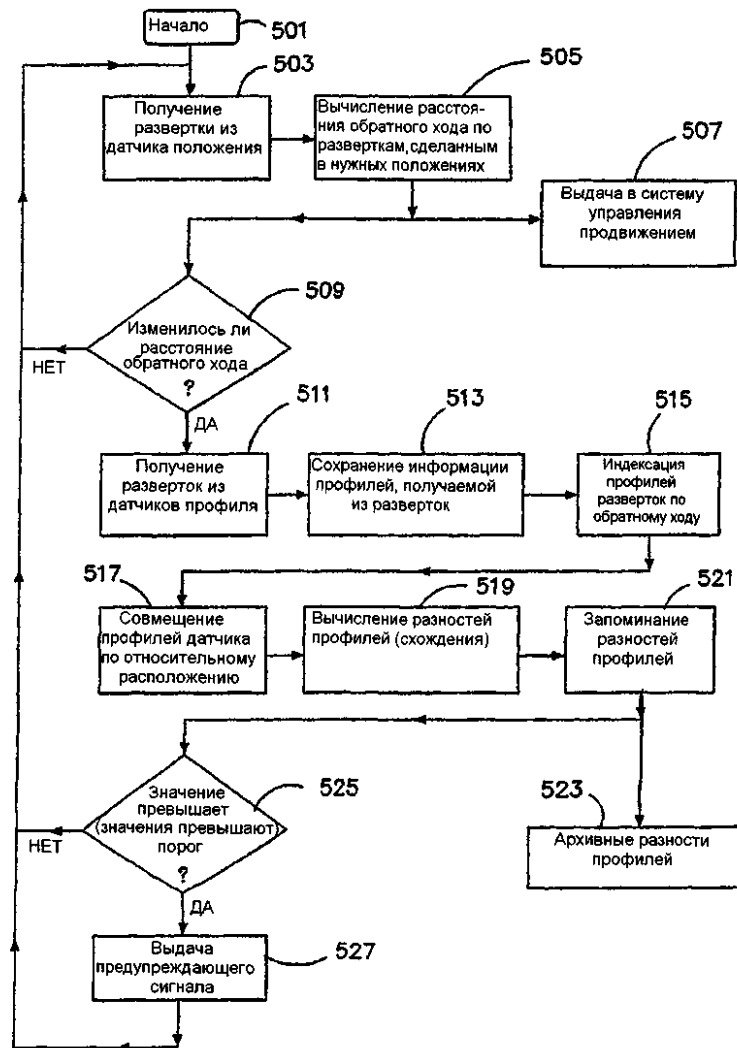
Фиг. 2



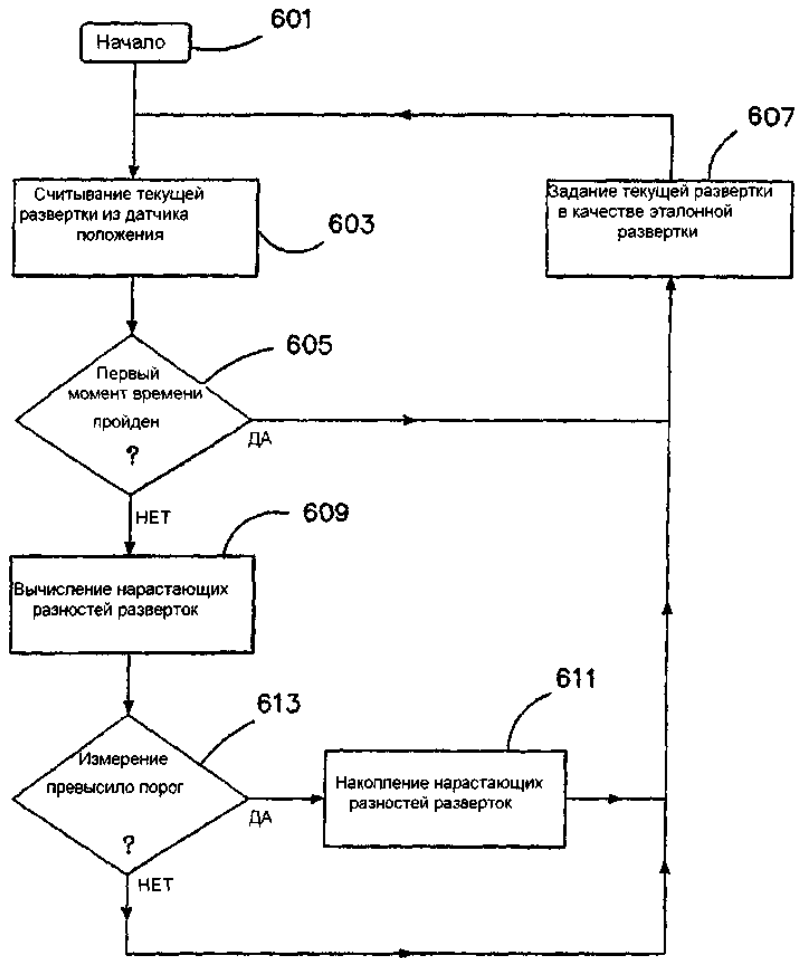
Фиг. 3



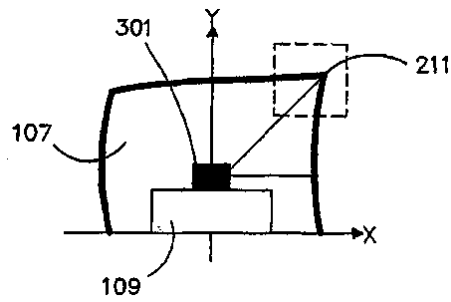
Фиг. 4



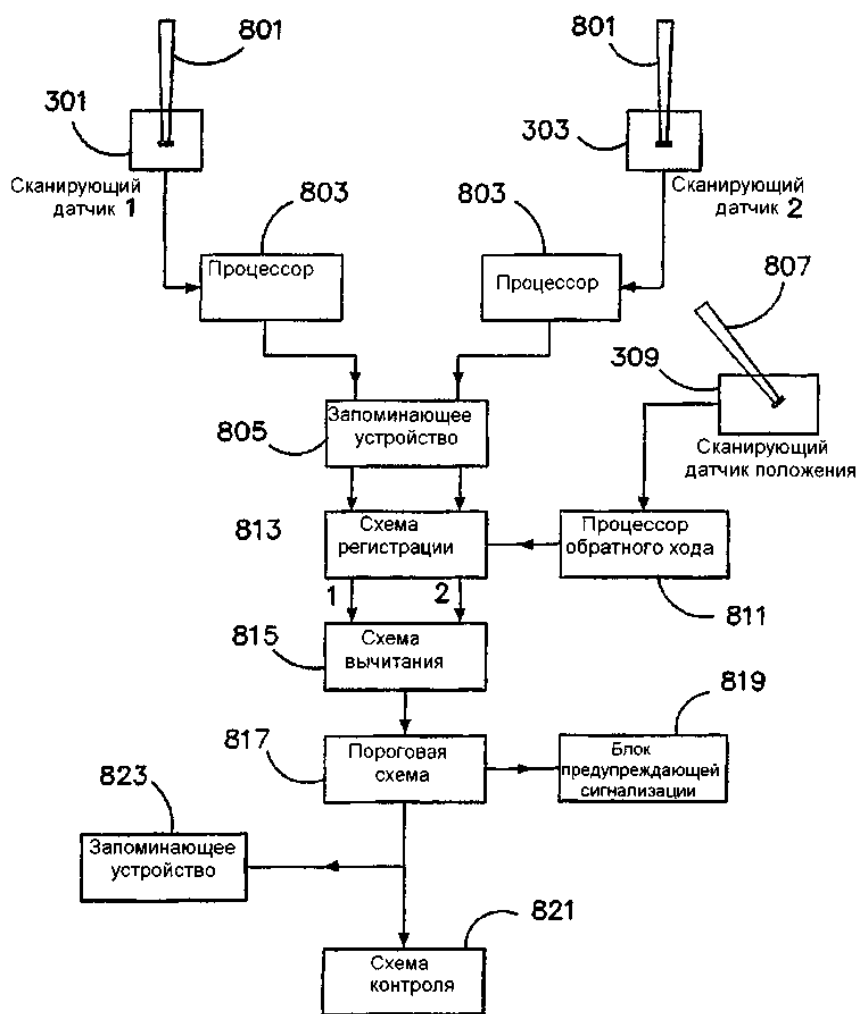
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

