

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038628**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.09.24**

(21) Номер заявки  
**201990065**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.06.20**

(51) Int. Cl. **G01L 5/00** (2006.01)  
**E21D 21/02** (2006.01)  
**G01L 1/04** (2006.01)

---

(54) **СЕНСОРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ШТАНГИ ШТАНГОВОЙ КРЕПИ**

---

(31) **62/352,827**

(32) **2016.06.21**

(33) **US**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/CA2017/050752**

(87) **WO 2017/219134 2017.12.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**АЛЕРТ ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (СА)**

(72) Изобретатель:  
**Готмальм Кристер (умер), Манковски  
Джозеф Роберт (СА)**

(74) Представитель:  
**Вашина Г.М. (RU)**

(56) **US-5392654  
US-A1-20140007705  
EP-A2-1770594**

(57) Штанги штанговой крепи находят применение для поддержки пластов горной породы и удержания их вместе. Такие штанги по ряду причин могут выходить из строя. В частности, они могут выходить из строя при возникновении избыточного напряжения в штанге или при потере предварительного напряжения. Предметом предлагаемого изобретения является чувствительное устройство для штанги штанговой крепи. Предлагаемое чувствительное устройство содержит дистанционирующий элемент и по меньшей мере один датчик нагрузки. Каждый из этих по меньшей мере одного датчиков нагрузки содержит соответствующий упругий сжимаемый элемент, расположенный вблизи соответствующего конца упомянутого дистанционирующего элемента. Упругий сжимаемый элемент выполнен с возможностью принимать сжатое положение в качестве реакции на пороговое значение соответствующей нагрузки. Каждый датчик нагрузки выполнен с возможностью генерировать соответствующий выходной сигнал в зависимости от того, находится ли соответствующий упругий сжимаемый элемент в сжатом или несжатом состоянии. Чувствительное устройство выполнено с возможностью генерировать выходной сигнал устройства, информирующий о состоянии штанги штанговой крепи.

**B1**

**038628**

**038628**

**B1**

### Родственная заявка

Для настоящей заявки испрашивается приоритет по предварительной заявке на патент США сер. № 62/352827, поданной 21 июня 2016 года, содержание которой целиком включено в настоящую заявку по ссылке.

#### Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение

Предлагаемое изобретение относится к сенсорным устройствам, т.е. чувствительным к нагрузкам устройствам для анкерных штанг, таких как штанги штанговой крепи. В частности, предлагаемое изобретение относится к чувствительным устройствам, которые воспринимают потерю штангой штанговой крепи состояния предварительного напряжения (здесь и далее под напряжением понимается механическое напряжение, если явным образом не указано на электрическое напряжение) и(или) возникновение в ней состояния избыточного напряжения.

#### Предпосылки создания предлагаемого изобретения

Штанги штанговой крепи обычно используют для укрепления выработок в пластах горной породы, в частности в шахтах, при строительстве транспортных тоннелей, дамб, мостов и т.д. Штанги могут обеспечить опору для пластов горной породы и удерживать эти пласты вместе при образовании трещин. При поломке штанги может быть поставлена под угрозу структурная целостность подземной выработки, что может привести к катастрофам со смертельным исходом. Обычно штанга штанговой крепи может быть предварительно напряжена на часть общей нагрузки, на которую рассчитана штанга. В частности, для известной штанги штанговой крепи предварительное напряжение может достигать 80% от ее полной нагрузки согласно номинальной несущей способности.

Штанги штанговой крепи могут выходить из строя по ряду причин, вот некоторые из них (перечень не исчерпывающий): старение, коррозия, перегрузка, скольжение или смещение штанги в пластах горной породы из-за неполноценного фиксирования или разрушения материала-наполнителя, окружающего штангу, ослабление или потеря гайки, срыв резьбы, трещины или смещения в пластах горной породы (например, из-за взрывных работ или землетрясений), дефектная или незавершенная установка, температурные вариации и т.д. Если штанга штанговой крепи теряет свою захватывающую способность в шпуре, она может расшататься и потерять свое предварительное напряжение. Результатом такого падения предварительного напряжения ниже установленного порогового значения может стать недостаточное удержание пластов горной породы вместе. Смещение может иметь место, например, в случае горизонтальной подъемной подземной выработки (передний конец, откуда удаляют руду), когда в плоскости подземной выработки выполняют взрывные работы и в пластах горной породы проходят вибрации и возникают трещины.

Еще одной причиной выхода штанги из строя является избыточное напряжение в ней. Если в пластах скальной породы происходит образование трещин или сдвиг, возможно, в результате проявления сейсмичности, то штанга штанговой крепи может подвергнуться избыточному напряжению. Термин "избыточное напряжение" в контексте настоящей заявки значит, что напряжение в штанге штанговой крепи может превышать максимально допустимое значение для этой штанги. Избыточное напряжение может иметь место, когда фиксирование штанги в пластах горной породы является полноценным, но происходит осыпание или отламывание крупных камней, которые останавливаются шайбой или анкерной плитой штанг штанговой крепи (и может быть, сеткой, если таковая имеется). Если силы, вызываемые сдвинувшимися скальными массами, становятся слишком велики, то штанга может сместиться или испытать избыточное напряжение, разрушиться и упасть вместе со скальными массами. Кроме того, избыточное напряжение может возникнуть, например, в штангах, установленных в фундаменте башни, если ветер, действующий на башню, приведет к увеличению нагрузки на одну часть или на некоторые части фундамента.

Таким образом, представляется желательным осуществление текущего контроля состояния каждой штанги штанговой крепи на предмет ненадлежащего функционирования или выхода из строя.

Могут использоваться одиночные штанги штанговой крепи. Однако в типичном случае штанги штанговой крепи используют в наборе из большого количества единиц. Например, для крепления подземной выработки (например, транспортного тоннеля или шахты) могут быть использованы сотни или даже тысячи штанг. Ввиду такого большого количества штанг штанговой крепи, а также ввиду того, что эти штанги часто установлены в труднодоступных местах, регулярная проверка их состояния становится дорогостоящей и требует много времени.

При осуществлении известных способов текущего контроля может потребоваться изготовленная на заказ штанга штанговой крепи. Внутри типичной изготовленной по заказу штанги может быть выполнена полая камера продолговатой формы, которая простирается, по существу, по длине штанги. Внутри этой камеры может быть постоянно установлен дорогой и недолговечный датчик, к которому подсоединены провода и т.д. Такой датчик в комплекте сам по себе может стоить намного дороже, чем стандартная штанга штанговой крепи. Проверка таких известных приборов и датчиков на месте может производиться только время от времени и выборочно, для чего, например, проверяющее лицо должно взобраться к верхнему своду подземной выработки и подсоединить к штанге проверочный прибор.

Известные датчики, устанавливаемые в штанге штанговой крепи, могут быть предназначены только

для исследовательских целей, но не для массовой установки и текущего контроля состояния штанг. Некоторые совокупности штанг штанговой крепи подключают к проверочной аппаратуре с целью обеспечения периодической или непрерывной проверки, но при использовании известных систем текущего контроля с помощью датчиков это может обойтись очень дорого. Известная система текущего контроля с помощью датчиков может потребовать использования штанг, изготовленных по заказу, или модификации штанг, так чтобы была обеспечена возможность установить в них датчики. Такие системы могут быть дорогостоящими, и в них могут происходить короткие замыкания и обрывы цепи (например, при проезде по тоннелю тяжеловесных автотранспортных средств). Известные датчики легко повреждаются при физических перемещениях и(или) при попадании воды. Известные системы датчиков для штанг штанговой крепи могут включать штангу со шпуром, простирающимся по длине штанги, в котором установлен тензометрический датчик или вибрационный струнный пьезометр. Такие датчики обычно не создают нагрузки на штанги. При этом штанга может потерять анкерное прикрепление или разрушиться или корродировать без срабатывания датчика. Таким образом, отказ жизненно важного элемента может произойти незамеченным.

В качестве альтернативы струнным датчикам, размещаемым в камере внутри штанги, штанга штанговой крепи может быть оснащена проволочным датчиком, намотанным на штангу снаружи, или вторичным металлическим патрубком, на котором установлен датчик типа вибрационного струнного пьезометра. Такие проволочные датчики могут соприкасаться с цементирующей заливкой или эпоксидной смолой, окружающей штангу. Процесс установки штанги штанговой крепи может включать операцию проворачивания штанги для перемешивания цементирующей заливки или эпоксидной смолы, которые могут быть засорены. Цементирующая заливка или эпоксидная смола могут также воздействовать на чувствительные части датчика. Кроме того, если штанга снабжена тензометрическим датчиком, то она должна быть размещена в шпуре, выполненном в пластах горной породы, который может быть залит цементом. Это потребует длинных проводов и соединителей для соединения с установленной на стенке коробкой для приема сигналов и дальнейшей их беспроводной передачи.

Кроме того, известные датчики могут быть недоступны, поскольку штанга установлена в шпуре, пробуренном в пластах горной породы, а датчик находится внутри выполненной в штанге камеры или в шпуре, где он может быть залит цементом или эпоксидной смолой.

#### **Краткое описание предлагаемого изобретения**

Согласно одному аспекту осуществления предлагаемого изобретения предусмотрено создание чувствительного устройства для штанги штанговой крепи, содержащего дистанционирующий элемент, имеющий первый конец и второй конец, расположенный напротив упомянутого первого конца, при этом упомянутым дистанционирующим элементом образован сквозной канал, проходящий сквозь дистанционирующий элемент от его первого конца до его второго конца и предназначенный для пропускания штанги штанговой крепи, по меньшей мере один датчик нагрузки, при этом каждый из этих по меньшей мере одного датчиков нагрузки содержит соответствующий упругий сжимаемый элемент, расположенный соответствующим образом у первого конца или второго конца дистанционирующего элемента, при этом каждый из упомянутых упругих сжимаемых элементов выполнен с возможностью сжиматься в качестве реакции на пороговое значение соответствующей нагрузки и каждый из упомянутых по меньшей мере одного датчиков нагрузки выполнен с возможностью генерировать выходной сигнал чувствительного устройства в зависимости от того, сжат или не сжат соответствующий упругий сжимаемый элемент, и средство вывода для генерирования выходного сигнала устройства, указывающего на состояние анкерной штанги в зависимости от выходного сигнала каждого из упомянутых, по меньшей мере одного, датчиков нагрузки.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждый из упомянутых по меньшей мере одного датчиков нагрузки дополнительно содержит соответствующий включатель, при этом каждый из этих включателей содержит два или большее число электропроводных контактных элемента, расположенных таким образом, чтобы сжатие упругого сжимаемого элемента при достижении соответствующей нагрузкой ее порогового значения приводило к перемещению одного из двух упомянутых электропроводных контактных элементов с приведением его в контакт по меньшей мере с одним из других электропроводных контактных элементов, приводя включатель во включенное состояние (замыкая его контактные элементы).

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых устройство дополнительно содержит корпус для электроники. Этот корпус для электроники расположен, по меньшей мере, с частичным охватом дистанционирующего элемента.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый корпус для электроники установлен с возможностью отклонения, и при этом для каждого из упомянутых, по меньшей мере одного, датчиков нагрузки обеспечивает внешнюю торцевую поверхность, обращенную к упругому сжимаемому элементу, и для каждого из упомянутых, по меньшей мере одного, датчиков нагрузки первый из двух электропроводных контактных элементов соответствующего включателя расположен внутри корпуса для электроники рядом с наружной стенкой и напротив соответствующего упомянутой внешней торцевой поверхности, а второй из двух электропроводных контактных элементов соот-

ветствующего включателя расположен внутри корпуса для электроники на расстоянии от первых электропроводных контактных элементов, когда упругий сжимаемый элемент не находится в сжатом состоянии, при этом сжатие упругого сжимаемого элемента при достижении порогового значения соответствующей нагрузки приводит к тому, что этот упругий сжимаемый элемент нажимает на наружную стенку и отклоняет ее внутрь, так что первый электропроводный контактный элемент приходит в контакт со вторым электропроводным контактным элементом.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждый из первых электропроводных контактных элементов выполнен в виде электропроводного кольца.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых второй электропроводный контактный элемент выполнен в виде электропроводного дугообразного упругого элемента.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых для каждого датчика нагрузки упругий сжимаемый элемент выполнен в виде чашеобразного упругого элемента, ограничивающего сквозное отверстие для пропускания сквозь него штанги штанговой крепи, при этом упомянутое сквозное отверстие, выполненное в чашеобразном упругом элементе, ориентировано на одной линии со сквозным каналом, проходящим сквозь дистанционирующий элемент.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый по меньшей мере один датчик нагрузки выполнен в виде по меньшей мере одного из следующих датчиков: в виде датчика предварительного напряжения, для которого пороговое значение нагрузки является пороговым значением предварительного напряжения, и(или) в виде датчика избыточного напряжения, для которого пороговое значение нагрузки является пороговым значением избыточного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых устройство содержит датчик предварительного напряжения, при этом выходной сигнал устройства указывает, что предварительное напряжение не поддерживается, если два электропроводных контактных элемента датчика предварительного напряжения разомкнуты, так что включатель датчика предварительного напряжения выключен (его контактные элементы находятся в разомкнутом состоянии).

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых устройство содержит датчик избыточного напряжения, при этом выходной сигнал устройства указывает, что анкерная штанга испытывает избыточное напряжение, если два электропроводных контактных элемента датчика избыточного напряжения замкнуты, так что включатель датчика предварительного напряжения [sic!] включен (его контактные элементы находятся в замкнутом состоянии).

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых пороговое значение избыточного напряжения больше, чем пороговое значение предварительного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых, когда чувствительное устройство установлено на анкерной штанге и последняя установлена в пластах горной породы, чувствительное устройство расположено между головной частью анкерной штанги и скальной породой.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых устройство дополнительно содержит корпус для электроники, расположенный, по меньшей мере, с частичным охватом дистанционирующего элемента, при этом в каждом из упомянутых по меньшей мере одного датчиков нагрузки соответствующий электропроводный контактный элемент выступает за пределы корпуса под электронику и расположен таким образом, что соответствующий упругий сжимаемый элемент вступает в контакт с электропроводным контактным элементом при существенном нажатии.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутое средство вывода содержит радиопередатчик.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутое средство вывода содержит источник света, а выходной сигнал устройства представляет собой видимый сигнал.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство дополнительно содержит источник электропитания, питающий компоненты этого чувствительного устройства.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство дополнительно содержит тензометрический датчик для измерения нагрузки на штангу штанговой крепи.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый корпус под электронику является съемным и заменяемым.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых, пока поддерживается предварительное напряжение и анкерная штанга не испытывает избыточного напряжения, средство вывода периодически передает сигнал, информирующий о состоянии анкерной штанги, в качестве выходного сигнала чувствительного устройства.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждый из упомянутых по меньшей мере одного датчиков нагрузки выполнен с возможностью потреблять электроэнергию в соответствующей аварийной ситуации и не потреблять электроэнергии в неаварийной ситуации.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый по

меньшей мере один датчик представляет собой датчик предварительного напряжения, и аварийной ситуацией для этого датчика предварительного напряжения является потеря состояния предварительного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых на потерю состояния предварительного напряжения указывает несжатое состояние упругого сжимаемого элемента датчика предварительного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый по меньшей мере один датчик нагрузки представляет собой датчик избыточного напряжения, и аварийной ситуацией для этого датчика избыточного напряжения является состояние избыточного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых на состояние избыточного напряжения указывает сжатое состояние упругого сжимаемого элемента датчика избыточного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых устройство дополнительно содержит датчик, воспринимающий вибрации и(или) сейсмическую активность.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых анкерная штанга представляет собой штангу штанговой крепи.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждый из упомянутых датчиков нагрузки содержит сенсор близкой локации, расположенный с обеспечением его срабатывания при сжатом состоянии соответствующего упругого сжимаемого элемента датчика нагрузки.

Согласно другому аспекту осуществления предлагаемого изобретения предусмотрено создание анкерной штанги, оснащенной чувствительным устройством, описанным выше, или чувствительным устройством, которое будет описано ниже.

Согласно еще одному аспекту осуществления предлагаемого изобретения предусмотрено создание системы, содержащей совокупность анкерных штанг, для каждой из которых предусмотрено чувствительное устройство, описанное выше или которое будет описано ниже, и общее для них центральное управляющее устройство, выполненное с возможностью принимать выходной сигнал от каждого отдельного чувствительного устройства.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых система дополнительно содержит излучающий кабель, обеспечивающий чувствительные устройства энергией электромагнитной волны.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждое чувствительное устройство содержит соответствующий радиопередатчик и излучающий кабель принимает сигналы, передаваемые чувствительными устройствами по беспроводной связи.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых упомянутый излучающий кабель выполнен с возможностью переноса принятых сигналов для передачи на центральное управляющее устройство.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых каждое чувствительное устройство содержит соответствующий радиопередатчик для передачи радиосигналов, предназначенных для их приема центральным управляющим устройством.

Другие аспекты осуществления предлагаемого изобретения и его признаки станут понятны средним специалистам соответствующего профиля после ознакомления с последующим описанием конкретных вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

#### **Краткое описание прилагаемых графических материалов**

Далее аспекты осуществления предлагаемого изобретения будут описаны более подробно со ссылками на прилагаемые графические материалы (чертежи).

На фиг. 1 схематично изображена система штанг штанговой крепи согласно некоторым вариантам предлагаемого изобретения.

На фиг. 2 на виде сбоку с частичным разрезом изображено чувствительное устройство согласно одному варианту предлагаемого изобретения.

На фиг. 3 изображена блок-схема электронного оборудования чувствительного устройства согласно одному варианту предлагаемого изобретения.

На фиг. 4А чувствительное устройство, изображенное на фиг. 2, изображено на виде сбоку с частичным разрезом в состоянии нормальной работы.

На фиг. 4В чувствительное устройство, изображенное на фиг. 2, изображено на виде сбоку с частичным разрезом в состоянии избыточного напряжения.

На фиг. 5 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 2, изображено на виде сбоку с частичным разрезом в состоянии потери предварительного напряжения.

На фиг. 6 в качестве примера изображен профиль поперечного сечения анкерной штанги (штанги штанговой крепи) фрикционного типа.

На фиг. 7 в качестве примера изображен профиль поперечного сечения анкерной штанги (штанги штанговой крепи) накачиваемого типа в ненакачанном состоянии.

На фиг. 8 в качестве примера изображен профиль поперечного сечения анкерной штанги (штанги

штанговой крепи) накачиваемого типа в накачанном состоянии.

На фиг. 9 на виде сбоку схематично изображены чувствительное устройство и анкерная штанга (штанга штанговой крепи) накачиваемого типа согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 10 на виде сбоку схематично изображены чувствительное устройство и анкерная штанга (штанга штанговой крепи) накачиваемого типа согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 11 на виде сбоку схематично изображены чувствительное устройство и анкерная штанга (штанга штанговой крепи) фрикционного типа согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 12 на виде сбоку изображен фрагмент анкерной штанги (штанги штанговой крепи) накачиваемого типа согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 13 на виде сбоку изображен фрагмент анкерной штанги (штанги штанговой крепи) накачиваемого типа согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 14 на виде сбоку в разрезе изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, соединенное со штангой штанговой крепи.

На фиг. 15 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 14, изображено на другом виде сбоку в разрезе.

На фиг. 16 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 14 и 15, изображено еще на одном виде сбоку в разрезе.

На фиг. 17 на виде сбоку в разрезе изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, соединенное со штангой штанговой крепи.

На фиг. 18 на виде сбоку изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, соединенное со штангой штанговой крепи.

На фиг. 19 на виде с торца изображены корпус для электроники и дистанционирующий элемент чувствительного устройства, изображенного на фиг. 18.

На фиг. 20 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 18, изображено на виде сбоку с частичным разрезом.

На фиг. 21 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 18 и 20, изображено в аксонометрии.

На фиг. 22 на виде сбоку изображено чувствительное устройство согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения, соединенное со штангой штанговой крепи.

На фиг. 23 на виде с торца изображены корпус под электронику и дистанционирующий элемент чувствительного устройства, изображенного на фиг. 22.

На фиг. 24 на виде сбоку изображено чувствительное устройство согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения, соединенное со штангой штанговой крепи.

На фиг. 25 на виде сбоку с частичным разрезом изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, установленное на штанге штанговой крепи.

На фиг. 26А на виде сбоку с частичным разрезом изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения на штанге штанговой крепи с клиновидной вставкой.

На фиг. 26В на виде сбоку с частичным разрезом изображено чувствительное устройство согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, установленное на штанге штанговой крепи.

На фиг. 27А на виде сбоку изображена клиновидная вставка, использованная в конструкции, проиллюстрированной на фиг. 26А.

На фиг. 27В клиновидная вставка, использованная в конструкции, проиллюстрированной на фиг. 26А, изображена на виде сверху.

На фиг. 28 на виде сбоку изображено чувствительное устройство для штанги штанговой крепи согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, установленное на штанге штанговой крепи.

На фиг. 29 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 28, изображено в аксонометрии с разнесением деталей.

На фиг. 30 чувствительное устройство, изображенное на фиг. 28 и 29, изображено в сборе и установленным на штанге штанговой крепи.

На фиг. 31 в качестве примера изображена электрическая схема чувствительного устройства, изображенного на фиг. 28-30, в которой использован микроконтроллер.

На фиг. 32 в качестве примера изображена электрическая схема для генерирования входных сигналов включения по превышению уровня вибраций, включения по предварительному напряжению и включения по избыточному напряжению для микроконтроллера, изображенного на фиг. 31.

На фиг. 33 в качестве примера изображена электрическая схема светоизлучающих диодов чувствительного устройства, изображенного на фиг. 28-30.

### Подробное описание предлагаемого изобретения

Далее будут описаны варианты осуществления предлагаемого чувствительного устройства. Здесь будет описываться его использование для штанг штанговой крепи, однако должно быть понятно, что область использования предлагаемого чувствительного устройства не ограничивается использованием только со штангами штанговой крепи, и оно может быть использовано с другими анкерными штангами или с другими несущими элементами, внедряемыми в некоторую базовую структуру и закрепляемыми в ней.

На фиг. 1 схематично изображена система 40 штанг штанговой крепи согласно некоторым вариантам осуществления предлагаемого изобретения. Система 40 содержит сеть штанг 42, установленных в подземной выработке 44, например в шахте. Подземная выработка 44 показана в разрезе. Количество и распределение штанг 42 штанговой крепи показаны на фиг. 1 только в качестве иллюстрации. В типичном случае система может содержать тысячи штанг 42 (например, 10 тысяч или даже больше). Каждая из установленных штанг 42 снабжена чувствительным устройством 46, которое может быть подобным чувствительным устройствам, которые будут описаны ниже (таким как какое-нибудь из чувствительных устройств 100, 300, 400, 500, 700, 800, 900, 1000 или 1100, изображенных на прилагаемых чертежах фиг. 2, 9, 10, 11, 14, 17, 18, 22 или 24 соответственно). Чувствительные устройства 46 выполнены с возможностью определять, поддерживается ли в штангах 42 штанговой крепи предварительное напряжение, и подавать сигнал оповещения об аварийном состоянии, когда предварительное напряжение не поддерживается. Кроме того, чувствительные устройства 46 могут быть также выполнены с возможностью определять, превышено ли пороговое значение избыточного напряжения, и подавать сигнал оповещения об аварийном состоянии, если оно превышено. Кроме того, чувствительные устройства 46 могут быть также выполнены с возможностью подавать выходной сигнал (возможно, периодически), указывающий на нормальную работу (например, на то, что поддерживается предварительное напряжение). Такой выходной сигнал может иметь вид периодического сигнала нормального состояния. Кроме того, чувствительные устройства 46 могут также быть выполнены с возможностью воспринимать сейсмическую активность или вибрации в окрестности штанги штанговой крепи.

Система 40 может быть оснащена излучающим кабелем 48, который выполнен с возможностью получать питание от источника или узла питания 50. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения излучающий кабель 48 проложен вдоль подземной выработки 44, будучи выполненным с возможностью излучать электромагнитную энергию и работая как линейная антенна на прием сигналов от чувствительных элементов 46 и передачу сигналов чувствительным элементам 46. Излучающий кабель 48 выполнен с возможностью излучать в подземной выработке в различных точках 52 энергию беспроводным способом, в частности электромагнитную энергию (на фиг. 1 показано стрелками 54). Излучающие кабели могут быть помещены в кожух, открытый в местах обнажения проводящего сердечника кабеля (не показано) в упомянутых точках 52, чтобы обеспечить излучение энергии беспроводным способом. Чувствительные устройства 46 могут быть оснащены устройством для сбора излучаемой беспроводным способом энергии (не показан) для улавливания излучаемой излучающим кабелем 48 беспроводным способом энергии, чтобы таким образом обеспечивать питание чувствительных устройств 46. В альтернативных вариантах чувствительные устройства 46 могут быть оснащены батареей электропитания или другим источником питания (не показан). Кроме того, излучающий кабель 48 может быть выполнен с возможностью передавать сигналы на чувствительные устройства 46 и(или) принимать от них сигналы, как будет описано ниже. В подземной выработке 44 излучающий кабель 48 может быть проложен по кольцу. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какой бы то ни было конкретной длиной излучающего кабеля 48.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых излучающий кабель 48 выполнен с возможностью снимать сигналы, передаваемые беспроводным способом чувствительными устройствами. Например, в обнаженных точках 52 кабеля 48 может быть осуществлен прием сигналов, передаваемых беспроводным способом на расстоянии до 50 м. Система 40 оснащена центральным управляющим устройством 62 и может быть оснащена приемным устройством 58, имеет точку доступа 60 и источник питания 50. На центральное управляющее устройство 62 могут передаваться сигналы оповещения об аварийном состоянии и другие выходные сигналы, такие как, например, сигналы о нормальном состоянии от чувствительных устройств 46. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированном на фиг. 1, сигналы передаются беспроводным способом (обозначены стрелками 56) чувствительными устройствами 46 и улавливаются излучающим кабелем 48, который затем передает сигналы на приемное устройство 58. Это приемное устройство 58 и источник питания 50 соединены с точкой доступа 60, которая, в свою очередь, соединена с центральным управляющим устройством 62 (например, с помощью Ethernet-кабеля или любого другого подходящего соединительного средства). Специалисту соответствующего профиля должно быть понятно, что могут быть использованы и другие способы передачи сигналов на центральное управляющее устройство. Например, в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения чувствительные устройства могут быть соединены с центральным управляющим устройством непосредственно с помощью проводных и(или) беспроводных линий связи.

В альтернативных вариантах осуществления предлагаемого изобретения для передачи сигналов от чувствительных устройств 46 к центральному управляющему устройству 62 может быть использована отдельная коммуникационная сеть (например, беспроводная локальная сеть). В таких вариантах для подачи питания на чувствительные устройства 46 все же может быть использован излучающий кабель 48. Эта коммуникационная сеть может содержать одно или большее число устройств беспроводной связи (например, приемопередатчиков), и передача сигналов от чувствительных устройств 46 к центральному управляющему устройству 62 беспроводным способом может осуществляться через ретрансляционное оборудование. В описываемых здесь вариантах осуществления предлагаемого изобретения для передачи сигналов между чувствительными устройствами 46 и удаленным управляющим устройством может быть использован любой подходящий способ.

Центральное управляющее устройство 62 осуществляет анализ сообщений, получаемых от чувствительных устройств 46, и управление энергией, передаваемой излучающим кабелем 48. Излучающий кабель 48 может обеспечить связь со штангами штанговой крепи на больших расстояниях от центрального управляющего устройства 62 независимо от поворотов и разных уровней простирания пород подземных выработок. Кроме того, центральное управляющее устройство 62 может также управлять источником питания 50, обеспечивающим питание излучающего кабеля 48.

Центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью осуществлять текущий контроль за периодическим получением сигнала о нормальном состоянии одной или большего числа штанг 42 штанговой крепи в течение заданного периода времени (сообщая о возможном выходе из строя), и(или) центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью генерировать выходной сигнал оповещения об аварийном состоянии с выводом на устройство визуального отображения и(или) на звуковое устройство, и(или) центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью генерировать выходной сигнал (например, в виде сообщения, посланного по электронной почте, или иного сообщения) на удаленное управляющее устройство через коммуникационную сеть (например, через Интернет или беспроводную сеть связи). Сигнал оповещения об аварийном состоянии может содержать информацию, идентифицирующую неисправно работающие штанги 42 штанговой крепи. Центральное управляющее устройство 62 может обеспечивать двустороннюю связь с чувствительными устройствами 46. Для получения данных о состоянии центральное управляющее устройство 62 может, например, генерировать и передавать на чувствительные устройства 46 сигналы запроса. Центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью отображать все принятые от чувствительных устройств 46 в течение заданного периода времени (например, в течение одного дня, одной недели и т.п.) сигналы визуально. Упомянутый период времени может быть предварительно задан оператором системы. Центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью хранить принятые от чувствительных устройств 46 сигналы неопределенно долго, чтобы они могли быть при необходимости просмотрены. Центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью посылать сигнал запроса о рабочем состоянии одного или большего числа чувствительных устройств 46 через заданные временные интервалы (например, через один день, одну неделю и т.п.). Упомянутый временной интервал может предварительно задаваться, опять же, оператором системы.

В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения функция любого одного или более из следующих компонентов: источник питания 50, приемное устройство 58, точка доступа 60 и центральное управляющее устройство 62 может быть на том же месте, или же может быть реализована в едином управляющем устройстве. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения может отсутствовать один или большее число из этих компонентов системы 40. С помощью сетевых средств связи текущий контроль состояния штанг 42 штанговой крепи может осуществляться из одного или большего числа удаленных мест (например, по всему миру). На основе выходных сигналов от штанг штанговой крепи могут автоматически активироваться протоколы о безопасности и действия по обеспечению безопасности, такие как иницирующие сигналы, световые дорожные сигнальные знаки, шлагбаумы и т.д. Например, центральное управляющее устройство 62 могло бы быть связано с одним или большим числом иницирующих сигналов, световых дорожных сигнальных знаков, аварийно-спасательных служб и т.д. Текущий контроль состояния штанг штанговой крепи может осуществляться 24 ч в сутки семь дней в неделю. Центральное управляющее устройство 62 может быть выполнено с возможностью записывать информацию о развитии неблагоприятной ситуации на основе выходных сигналов от чувствительных устройств 46. Например, данные, относящиеся к выходным сигналам чувствительных устройств 46, в том числе информация по сигналам оповещения об аварийном состоянии, могут храниться в запоминающем устройстве.

Для передачи сигналов оповещения об аварийном состоянии и других сигналов о состоянии от чувствительных устройств 46 могут быть использованы любые подходящие проводные или беспроводные средства передачи сигналов (включая технологии "беспроводная достоверность" ("вай-фай") и "Интернет вещей"), и варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены техническим решением с использованием излучающего кабеля 48, как проиллюстрировано на фиг. 1.

Как будет более подробно объяснено ниже, выходные сигналы от чувствительных устройств 46 мо-

гут нести информацию о состоянии штанг 42 штанговой крепи (например, сигналы оповещения об аварийном состоянии), а также информацию, идентифицирующую, например, в виде кода, конкретные штанги штанговой крепи или местонахождение конкретных штанг штанговой крепи, состояния которых касаются сообщения. Например, оповещение об аварийном состоянии может указывать тип опасности (избыточное напряжение или потеря предварительного напряжения), а также содержать информацию, идентифицирующую штангу штанговой крепи, находящуюся под угрозой. Таким образом, если даже система содержит большое количество штанг 42 штанговой крепи, расположение штанг, находящихся в опасности, может быть быстро установлено. Кроме того, чувствительные устройства 46 могут быть выполнены с возможностью принимать сигналы запроса от центрального управляющего устройства 62.

Система 40, изображенная на фиг. 1, допускает различные модификации. Например, вместо излучающего кабеля 48 выходные сигналы о состоянии штанг 42 штанговой крепи могут передаваться по проводам, или же эти сигналы могут передаваться на радиоприемник или на ретранслятор. Другие варианты описываются более подробно ниже.

Как также будет объяснено ниже, в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения описанные здесь чувствительные устройства содержат дистанционирующий элемент и сжимаемые элементы, которые могут выдерживать большие нагрузки, чем штанга, на которой они установлены. Таким образом, чувствительные устройства не могут нарушить целостность штанг штанговой крепи. Кроме того, чувствительные устройства могут быть относительно недорогими и иметь относительно долгий срок службы, что позволяет обеспечить текущий контроль больших сетей штанг штанговой крепи (например, из 10 тысяч или более штанг). В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения описываемые здесь чувствительные устройства могут быть использованы для обеспечения возможности применить предварительное напряжение для таких типов штанг штанговой крепи, для которых до сих пор предварительное напряжение не применялось (например, для штанг фрикционного типа или штанг накачиваемого типа).

Чувствительное устройство 100 для штанги 102 штанговой крепи согласно предлагаемому изобретению изображено в качестве примера на фиг. 2. На фиг. 2 чувствительное устройство 100 изображено на виде сбоку с частичным разрезом и в соединении со штангой 102 в пластах 112 горной породы. Частичный разрез изображенного на фиг. 2 чувствительного устройства 100 выполнен для того, чтобы были видны элементы, которые будут упоминаться ниже. В рассматриваемом примере штанга 102 штанговой крепи представляет собой штангу анкерного типа, но должно быть понятно, что чувствительное устройство 100 может быть использовано со штангами или несущими элементами другого типа, и варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены использованием штанги 102 штанговой крепи, изображенной на фиг. 2. Чувствительное устройство 100 может быть использовано для восприятия и(или) поддержания в штанге 102 штанговой крепи предварительного напряжения и восприятия избыточного напряжения штанги 102 штанговой крепи.

В рассматриваемом примере штанга 102 штанговой крепи снабжена резьбой и имеет гайку 104, которая навинчена на головной конец 106 штанги. Другой конец штанги, ее вставляемый конец 108, введен в шпур 110, пробуренный в пластах 112 горной породы. Для лучшего фиксирования штанги в пластах 112 горной породы пространство между штангой 102 штанговой крепи и поверхностью шпура 110 может быть заполнено впрыснутой цементирующей заливкой, эпоксидной смолой или специальным быстросхватывающимся бетоном.

В рассматриваемом примере между головным концом 106 штанги 102 и пластами 112 горной породы расположена анкерная плита или шайба 113, хотя использование анкерных плит не является обязательным. Для сцепления с внутренней поверхностью 116 шпура 110 вставляемый конец 108 штанги 102 оснащен расширяемым анкером 114. Когда штанга 102 штанговой крепи установлена в пластах 112 горной породы, как это показано на фиг. 2, вставляемый конец 108 и главный участок штанги 102 введены в шпур 110 и зафиксированы в этом положении с помощью анкера 114. Штанга 102 штанговой крепи частично выступает из шпура 110. Для приложения к штанге достаточного предварительного напряжения может быть использована гайка 104.

В рассматриваемом примере чувствительное устройство 100 содержит дистанционирующий элемент 118, датчик предварительного напряжения 120, датчик избыточного напряжения 122 и корпус 124 для электроники.

В дистанционирующем элементе 118 выполнен сквозной канал 126 для прохождения сквозь него штанги 102 штанговой крепи. Когда штанга 102 штанговой крепи установлена в пластах 112 горной породы, дистанционирующий элемент 118 чувствительного устройства 100 установлен на штанге 102 между головным концом 106 штанги 102 и пластами 112 горной породы. Штанги штанговой крепи имеют разный диаметр, и размер дистанционирующего элемента должен выбираться с учетом конкретных размеров штанги 102 штанговой крепи, используемой с чувствительным устройством 100. Величина внутреннего диаметра дистанционирующего элемента 118 такова, чтобы штанга 102 штанговой крепи сквозь него свободно проходила, но чтобы было обеспечено ее надежное удержание. Например, если наружный диаметр штанги 102 в рассматриваемом примере составляет приблизительно 19 мм (приблизительно 3/4 дюйма), то внутренний диаметр дистанционирующего элемента 118 может составлять 20 мм. Дистан-

ционирование элементы могут использоваться, например, со штангами штанговой крепи, имеющими наружный диаметр в диапазоне от 12,7 до 19,05 мм, от 1/2 до 3/4 дюйма. Однако варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены этим диапазоном. Сквозной канал 126, выполненный в дистанционирующем элементе 118, на фиг. 2 показан штриховыми линиями, так как в этом графическом представлении он не виден.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения дистанционирующий элемент 118 выполнен жестким и имеет в целом трубообразную форму, хотя он может иметь и другую форму, например форму прямоугольной призмы. Дистанционирующий элемент 118 может быть выполнен из любого материала и иметь любые размеры и форму, обеспечивающие возможность выдерживать нагрузки, превышающие пороговое для штанги 102 штанговой крепи значение избыточного напряжения. Дистанционирующий элемент 118 выполнен с возможностью переводить растягивающую нагрузку в штанге 102 в давление на датчик 120 предварительного напряжения и датчик 122 избыточного напряжения чувствительного устройства 100. Дистанционирующий элемент 118 обеспечивает за пределами пластов 112 горной породы пространство для размещения чувствительного устройства 100.

Дистанционирующий элемент 118 имеет первый конец 128 и противоположно расположенный второй конец 130. Первый конец 128 дистанционирующего элемента 118 обращен к головному концу 106 штанги 102 штанговой крепи, а второй конец 130 дистанционирующего элемента 118 обращен к анкерной плите 113 и пластинам 112 горной породы.

Длина дистанционирующего элемента 118 может превышать величину его внутреннего диаметра, и зазор между внутренним диаметром дистанционирующего элемента 118 и штангой 102 штанговой крепи может быть мал. Благодаря удлиненной форме дистанционирующего элемента 118 даже при некотором отклонении штанги 102 (от направления, перпендикулярного плоскости подземной выработки) силы будут действовать все равно практически перпендикулярно продольной оси дистанционирующего элемента 118.

Там, где штанги штанговой крепи не перпендикулярны плоскости подземной выработки, для обеспечения несущей поверхности, практически перпендикулярной к продольной оси штанги и чувствительного устройства (таких как штанга 102 и чувствительное устройство 100 на фиг. 2), могут использоваться клиновидные вставки или другие выравнивающие средства. Для этой цели могут быть использованы клиновидные вставки или другие выравнивающие средства известных типов. Некоторые дистанционирующие плиты могут иметь признаки выравнивающих средств, например куполообразную форму, которая обеспечивает некоторый диапазон углов, при которых штанга 102 штанговой крепи и чувствительное устройство 100 могут быть ориентированы практически перпендикулярно анкерной плите (см., например, фиг. 26В).

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения датчик 120 предварительного напряжения расположен вблизи первого конца 128 дистанционирующего элемента, а датчик 122 избыточного напряжения расположен вблизи второго конца 130 дистанционирующего элемента. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения размещение датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения может быть обратным указанному. Датчик 120 предварительного напряжения содержит первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 (которые вместе работают как упругий сжимаемый элемент датчика 120 предварительного напряжения). Датчик 122 избыточного напряжения содержит третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 (которые вместе работают как упругий сжимаемый элемент датчика 122 избыточного напряжения), чашеобразные упругие элементы 138, 140, 150 и 152 работают как механические приводные органы, которые хранят энергию. Например, некоторые чашеобразные упругие элементы могут запасать энергию в количестве приблизительно 400-500 киловатт-секунд (кДж). Первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 выполнены с возможностью реагировать сжатием на предварительное напряжение, а третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 выполнены с возможностью реагировать сжатием на избыточное напряжение. Кроме того, датчик 120 предварительного напряжения содержит первый электропроводный контактный элемент 158, а датчик 122 избыточного напряжения содержит второй электропроводный контактный элемент 160, об этих электропроводных контактных элементах пойдет речь ниже.

Датчик 120 предварительного напряжения и датчик 122 избыточного напряжения расположены параллельно с дистанционирующим элементом 118. Выходной сигнал датчика 120 предварительного напряжения зависит от состояния сжатия первого чашеобразного упругого элемента 138 и второго чашеобразного упругого элемента 140. Выходной сигнал датчика 122 избыточного напряжения зависит от состояния сжатия (например, от того, сжат он или не сжат) третьего чашеобразного упругого элемента 150 и четвертого чашеобразного упругого элемента 152. О состояниях сжатия и выходных сигналах датчиков более подробно будет сказано ниже.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения корпус 124 для электроники имеет в целом кольцеобразную (трубчатую) форму, но в других вариантах он может иметь другую форму. Корпус 124 для электроники расположен с охватом дистанционирующего элемента 118. Корпус

124 для электроники имеет первую поверхность 154 и opposитно расположенную вторую поверхность 156. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения корпус для электроники может иметь другую форму. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения корпус для электроники, показанный на фиг. 2, может отсутствовать. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения корпус 124 для электроники выполнен из неэлектропроводного материала (например, из пластмассы).

Кроме того, чувствительное устройство 100 содержит электронный модуль 136, который расположен внутри корпуса 124 и обеспечивает выходной сигнал чувствительного устройства, содержащий информацию о состоянии штанги 102 штанговой крепи на основе выходного сигнала от датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения. Электронный модуль 136 выполнен с возможностью обрабатывать выходные сигналы упомянутых датчиков и содержит средство вывода для генерирования выходного сигнала чувствительного устройства, как будет описано ниже со ссылками на фиг. 3. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения корпус 124 для электроники и электронный модуль 136 могут отсутствовать. Например, в одном из альтернативных вариантов осуществления предлагаемого изобретения (на прилагаемых чертежах не показан) для обеспечения выходного сигнала чувствительного устройства непосредственно к дистанционирующему элементу может быть подсоединено и с датчиками нагрузки может быть соединено простое средство вывода (например, источник света или акустический прибор).

Первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 имеют чашеобразную форму, в них выполнены сквозные центральные отверстия 142 и 144 соответственно, сквозь которые продета штанга 102 штанговой крепи. Первый чашеобразный упругий элемент 138 имеет внешний край 146, а второй чашеобразный упругий элемент 140 имеет внешний край 148. Такие чашеобразные упругие элементы 138 и 140 могут называться также конусными тарельчатыми упругими элементами, тарельчатыми пружинами Бельвилля или диафрагмами Бельвилля. Чашеобразные упругие элементы 138 и 140 от несжатого до плоского состояния могут быть сжаты приблизительно на 1,5 мм, хотя могут иметь и другую величину хода сжатия. Например, в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения для активирования чувствительного устройства 100 ход сжатия может составлять приблизительно 0,5 мм. Наружный диаметр чашеобразных упругих элементов 138 и 140 может составлять несколько дюймов (например, три дюйма (приблизительно 76 мм)). Однако размеры, толщина и форма этих чашеобразных упругих элементов могут варьироваться. Первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 могут быть выполнены, например, из рессорно-пружинной стали, хотя варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным материалом. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены также чашеобразными упругими элементами в качестве упругих сжимаемых элементов, и в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения в этом качестве вместо чашеобразных упругих элементов могут быть использованы другие приводные органы, обеспечивающие надлежащий ход сжатия. Может быть использован любой материал и(или) любая сжимаемая структура с известными свойствами, касающимися отношения смещения/нагрузка, и имеющая смещаемую поверхность для активирования выходного сигнала датчика. Описываемые здесь варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены также коническими тарельчатыми пружинами в качестве упругих сжимаемых элементов. Могут быть использованы также пружины другого типа или упругие сжимаемые элементы другого типа.

В рассматриваемом примере первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 выровнены соосно с дистанционирующим элементом 118 рядом друг с другом и имеют зеркальную ориентацию, в том смысле что их внешние края 146 и 148 упираются друг в друга, материал вокруг центрального отверстия 142 первого чашеобразного упругого элемента 138 упирается в дистанционирующий элемент 118, а материал вокруг центрального отверстия 144 второго чашеобразного упругого элемента 140 упирается в гайку 104 штанги 102 штанговой крепи. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения чашеобразные упругие элементы/шайбы могут иметь одинаковую ориентацию. Первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 могут быть сжаты до плоского состояния, например, при нагрузке семь или восемь тонн, хотя в зависимости от желаемого порогового значения предварительного напряжения могут быть использованы чашеобразные упругие элементы, рассчитанные на другую нагрузку. При зеркальной ориентации первого чашеобразного упругого элемента 138 и второго чашеобразного упругого элемента 140 общая нагрузка, требуемая для контакта с электропроводным контактным элементом 158, может зависеть от нагрузочной способности первого чашеобразного упругого элемента 138. Например, если нагрузочная способность первого чашеобразного упругого элемента 138 меньше, чем нагрузочная способность второго чашеобразного упругого элемента 140, то датчик может активироваться при предельно допустимой нагрузке первого чашеобразного упругого элемента 138 (потому что он замкнет электропроводный контактный элемент 158). В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения два или больше чашеобразных упругих элементов могут иметь идентичную ориентацию (не зеркальную), и тогда общее усилие, требуемое для приведения чашеобразных упругих элементов в плоское состояние, будет складываться из нагрузочных способностей отдельных чашеобразных упругих элементов. В других вариантах осуществ-

ления предлагаемого изобретения упругие сжимаемые элементы для датчиков нагрузки могут быть образованы только одним чашеобразным упругим элементом/одной шайбой, или же их количество может быть больше двух. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным количеством, ориентацией или нагрузочной способностью чашеобразных упругих элементов/шайб.

Пороговое значение предварительного напряжения может составлять 80% от предельной нагрузки штанги 102 штанговой крепи. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения, например, при использовании в угольных шахтах пороговое значение предварительного напряжения может быть меньше. Пороговое значение предварительного напряжения может быть откалибровано выбором сжимаемого элемента (например, по нагрузочной способности используемых чашеобразных упругих элементов).

Если нагрузка на штангу 102 штанговой крепи затем снизится до величины ниже порогового значения предварительного напряжения, первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 за счет своей упругости вернуться в несжатое состояние к своей чашеобразной форме. Благодаря форме смежных компонентов чувствительного устройства 100 первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 не выгибаются дальше плоского состояния. Чашеобразные упругие элементы/шайбы (подходящие для использования в качестве первого чашеобразного упругого элемента 138 и второго чашеобразного упругого элемента 140) могут быть снабжены цветовой маркировкой, показывающей нагрузку, при которой они приходят в плоское состояние. В одном из вариантов осуществления предлагаемого изобретения первый чашеобразный упругий элемент приходит в плоское состояние при нагрузке пять тонн, а второй чашеобразный упругий элемент приходит в плоское состояние при нагрузке четыре тонны (желтый). Если эти чашеобразные упругие элементы расположены с одинаковой (не зеркальной) ориентацией, то для приведения этой пары чашеобразных упругих элементов вместе в плоское состояние потребуется усилие в девять тонн.

Третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 датчика 122 избыточного напряжения расположены аналогично первому чашеобразному упругому элементу 138 и второму чашеобразному упругому элементу 140 датчика предварительного напряжения, но расположены у второго конца 130 дистанционирующего элемента. Третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 размещены между дистанционирующим элементом 118 и анкерной плитой 113. Третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 выбраны из таких соображений, чтобы они сжимались до практически плоского состояния при достижении желаемого порогового значения избыточного напряжения. Это пороговое значение избыточного напряжения больше, чем пороговое значение предварительного напряжения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 могут быть сжаты до плоского состояния нагрузкой 10 т, хотя могут использоваться и чашеобразные упругие элементы, рассчитанные на другую нагрузку. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены конкретной ориентацией или нагрузочной способностью чашеобразных упругих элементов. Чтобы обеспечить желаемое пороговое значение избыточного напряжения, третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 датчика 122 избыточного напряжения могут быть толще, чем первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 датчика 120 предварительного напряжения, и(или) они могут быть выполнены из другого материала, чем эти датчики. Для обеспечения разных пороговых значений предварительного напряжения и избыточного напряжения можно прибегать к разным схемам расположения, к варьированию ориентации, к выбору количества чашеобразных упругих элементов и(или) материала, из которого они изготовлены.

Как можно видеть на фиг. 2, датчик 120 предварительного напряжения содержит первый электропроводный контактный элемент 158, а датчик 122 избыточного напряжения содержит второй электропроводный контактный элемент 160. Первый электропроводный контактный элемент 158 зафиксирован на корпусе 124 для электроники и частично выступает от первой поверхности 154 корпуса 124 для электроники. Второй электропроводный контактный элемент 160 зафиксирован на корпусе 124 для электроники и частично выступает от второй поверхности 156 корпуса 124 для электроники. Первый электропроводный контактный элемент 158 имеет внешний конец 162, который лежит практически в одной плоскости или на одной линии с первым концом 128 дистанционирующего элемента. Второй электропроводный контактный элемент 160 имеет внешний конец 164, который лежит практически в одной плоскости или на одной линии со вторым концом 130 дистанционирующего элемента. В сжатом (то есть предварительно нагруженном) состоянии первый чашеобразный упругий элемент 138 вступает в контакт с первым электропроводным контактным элементом 158. Первый электропроводный контактный элемент 158, первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 вместе работают как выключатель датчика, управляющий выходным сигналом датчика 120 предварительного напряжения (как будет описано ниже). Аналогично, третий чашеобразный упругий элемент 150 в сжатом состоянии вступает в контакт со вторым электропроводным контактным элементом 160. Таким образом, второй электропроводный контактный элемент 160, третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвер-

тый чашеобразный упругий элемент 152 вместе работают как включатель датчика, управляющий выходным сигналом датчика 122 избыточного напряжения.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения датчик 120 предварительного напряжения и датчик 122 избыточного напряжения могут уменьшить число ложных срабатываний сигнализации по сравнению с известными датчиками нагрузки, потому что чашеобразные упругие элементы 138, 140, 150 и 152 при сжатии могут иметь контролируемый ход сжатия (например, миллиметры).

На фиг. 2 можно видеть также дополнительные (необязательные) компоненты системы: сетку 181 на пластах 112 горной породы и слой бетона 183, нанесенный поверх сетки 181 и частично покрывающий штангу 102 штанговой крепи.

На фиг. 3 изображена блок-схема чувствительного устройства 100, изображенного на фиг. 2, при этом показаны дополнительные части электронного модуля 136. Электронный модуль 136 содержит процессор 166, запоминающее устройство 167 и радиопередатчик 168. Чувствительное устройство 100 содержит также источник питания 170 и антенну 172 (показаны также на фиг. 2) вместе с датчиком 120 предварительного напряжения и датчиком 122 избыточного напряжения. Запоминающее устройство 167 соединено с процессором 166 и выполнено с возможностью хранить команды, по которым процессор 166 выполняет описываемые здесь функции. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения запоминающее устройство 167 может быть выполнено как одно целое с процессором 166, а не находится на отдельной микросхеме.

В процессор 166 электронного модуля 136 в качестве входных сигналов поступают выходные сигналы от датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения. Процессор 166 анализирует эти входные сигналы и в зависимости от выходных сигналов от датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения выдает на радиопередатчик 168 команду генерировать выходной сигнал чувствительного устройства 100. Кроме того, чувствительное устройство 100 содержит светоизлучающий диод 173 как еще одно средство вывода, которое обеспечивает визуальную индикацию электронного модуля 136, как будет описано ниже. Светоизлучающий диод 173 может представлять собой сверхъяркий светоизлучающий диод и(или) светоизлучающий диод, видимый под большим углом. Однако варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены средством вывода какого бы то ни было конкретного типа. Радиопередатчик 168 и антенна 172 выполнены с возможностью обеспечивать беспроводную связь с одним или большим числом электронных устройств, таких как центральное управляющее устройство. Однако может быть использована и проводная связь. Для обеспечения двусторонней связи в рассматриваемом примере чувствительное устройство 100 содержит также радиоприемник 171. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения радиоприемник 171 может отсутствовать, что может сделать чувствительное устройство более простым и, возможно, менее дорогостоящим. Выходной сигнал чувствительного устройства 100 может передаваться беспроводным способом в любой подходящей форме, например в форме блоков данных (например, блоков данных системного протокола излучающего кабеля (Leaky Feeder System Protocol), блоков данных протокола "беспроводная достоверность" ("вай-фай")), блоков данных протоколов сотовой связи и т.д. Как будет более подробно описано ниже, электронный модуль 136 выполнен с возможностью генерировать выходные сигналы, указывающие на состояние штанги 102 штанговой крепи на основе состояния датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения. В числе этих выходных сигналов может быть радиосигнал, передаваемый антенной 172, и(или) сигнал визуальной индикации, например световой (например, на основе светоизлучающего диода), которая включается на постоянное свечение или мигает.

В качестве источника питания 170 может быть использована батарея электропитания. В качестве примера подходящей батареи электропитания можно назвать батарею марки "Tadiran™ TL-2450/P", срок службы которой может достигать 25 лет. В качестве альтернативы вместо батареи электропитания можно использовать внешнее питание. Например, в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения внешнее питание может быть обеспечено по проводам, или же может быть осуществлено питание от харвестера энергии радиоизлучения, звука или света, что может обеспечить неограниченный срок службы. Кроме того, питание от батареи электропитания и внешнее питание могут быть использованы в комбинации. Для работы чувствительного устройства 100 достаточно мощности, измеряемой в микроваттах. В качестве процессора 166 может быть использован, например, цифроаналоговый микропроцессорный контроллер 2442KN1G3K250 производства компании "Тексас инструменте" (Texas Instruments™), который потребляет только 0,5 мкА в режиме ожидания и 0,1 мкА в выключенном состоянии с обеспечением сохранности данных, хранимых в оперативном запоминающем устройстве.

В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения чувствительное устройство может не иметь батареи электропитания и(или) может получать внешнее питание. Это внешнее питание может подаваться по проводам или поступать в результате сбора электромагнитной энергии беспроводным способом, поступать от излучения излучающего кабеля, поступать от приводимого в действие механическим способом электрического генератора, поступать в результате сбора геотермальной энергии и т.д.

Компоненты электронного модуля 136, такие как процессор 166, радиопередатчик 168 и радиоприемник 171, могут быть выполнены на плате с печатным монтажом в корпусе 124 для электроники, который показан на фиг. 2. Такая плата с печатным монтажом может быть плоской или закругленной согласно форме корпуса 124 для электроники. Корпус для электроники может иметь разные размеры. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения диаметр корпуса 124 для электроники может составлять приблизительно от 2,5 до 3 дюймов (приблизительно от 63 до 76 мм), хотя варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены этим диапазоном размеров корпуса для электроники.

Как можно видеть на фиг. 2, первый электропроводный контактный элемент 158 и второй электропроводный контактный элемент 160 соединены с процессором 166 (обозначен на фиг. 2). Первый чашеобразный упругий элемент 138, второй чашеобразный упругий элемент 140, третий чашеобразный упругий элемент 150, четвертый чашеобразный упругий элемент 152 и дистанционирующий элемент 118 выполнены из металла и соединены на "массу" электронной схемы, потенциал которой составляет ноль вольт постоянного тока (составляет низкий логический уровень или "логический ноль"). Когда первый и второй электропроводные контактные элементы 158 и 160 не контактируют соответственно с первым и третьим чашеобразными упругими элементами 138 и 150, процессор 166 регистрирует эти первый и второй электропроводные контактные элементы 158 и 160 как "логическую единицу" (высокий логический уровень), потенциал которого отличается от нуля вольт на "массе". Когда первый и второй электропроводные контактные элементы 158 и 160 контактируют соответственно с первым и третьим чашеобразными упругими элементами 138 и 150, они регистрируются процессором 166 как "логический ноль". Тем самым процессор 166 может различать включенное состояние первого электропроводного контактного элемента 158 и(или) второго электропроводного контактного элемента 160. Таким образом, электрическое напряжение на первом электропроводном контактном элементе 158 и электрическое напряжение на втором электропроводном контактном элементе 160 служат выходными сигналами датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения соответственно. Через первый электропроводный контактный элемент 158 и второй электропроводный контактный элемент 160 совсем не протекает или протекает очень маленький электрический ток. Дистанционирующий элемент 118 соединен с "массой" в электронном модуле 136 через корпус 124 для электроники. Это соединение может быть осуществлено, например, с помощью провода или заклепки, проходящей через корпус 124 для электроники и контактирующей с дистанционирующим элементом 118. Затем первый чашеобразный упругий элемент 138, второй чашеобразный упругий элемент 140, третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 могут быть соединены с "массой" через непосредственный или опосредствованный электрический контакт с дистанционирующим элементом 118.

Кроме того, для защиты чувствительного устройства от пыли, влаги и т.д. чувствительное устройство 100 содержит охватывающий его защитный колпак 174 (например, пыленепроницаемый и(или) влагонепроницаемый колпак) и кольцо 176 из вспененного материала, расположенное у основания чувствительного устройства 100. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения защитный колпак 174 и(или) кольцо 176 из вспененного материала может отсутствовать, или же вместо одного или обоих из них могут быть использованы другие защитные элементы. Защита, обеспечиваемая корпусом 124 для электроники, защитным колпаком 174 и кольцом 176 из вспененного материала, позволяет без помех эксплуатировать чувствительное устройство 100 даже в состоянии погружения под воду. Защитный колпак 174 может обладать некоторой эластичностью или иным образом обеспечивать деформируемость, так чтобы в чувствительном устройстве 100 была обеспечена возможность сжатия. Кроме того, защитный колпак 174 может быть светопроницаемым или прозрачным, чтобы была обеспечена возможность видеть сквозь защитный колпак 174 световой индикатор (например, светоизлучающий диод 173).

Пласты 112 горной породы могут иметь плоскость подземной выработки и образованный обломочным материалом крутой склон 179 или отколовшуюся глыбу, свисающую с основания пластов 112 горной породы, как показано на фиг. 2.

Как можно видеть на фиг. 2, корпус 124 для электроники может также содержать прокладки или O-образные уплотнительные кольца 178, проложенные вокруг дистанционирующего элемента 118. Корпус 124 под электронику может быть выполнен в виде коробки из пластмассы, оснащенной O-образными уплотнительными кольцами 178. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированном на фиг. 2, по одному O-образному уплотнительному кольцу 178 размещено вблизи первого конца 128 дистанционирующего элемента и его второго конца 130, но должно быть понятно, что в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения количество и места размещения таких O-образных уплотнительных колец могут варьироваться. Корпус 124 для электроники вместе с O-образными уплотнительными кольцами 178 могут быть водонепроницаемыми.

Кроме того, на фиг. 2 можно видеть тензометрический датчик 180 (факультативный компонент), закрепленный на дистанционирующем элементе 118. Этот тензометрический датчик 180 может быть защищен от воды с помощью O-образных уплотнительных колец 178 и корпуса 124 для электроники. Тензометрический датчик 180 выполнен с возможностью осуществлять аналоговое считывание нагрузки на дистанционирующий элемент 118. Тензометрический датчик 180 может быть соединен с микропроцес-

сором, например, таким как процессор 166 в составе электронного модуля 136, или же он может быть неотъемлемой частью микропроцессора. Тензометрический датчик 180 может быть установлен в выполненном в дистанционирующем элементе 118 углублении. Считанные аналоговые данные могут быть переданы и(или) использованы для генерирования выходного сигнала для передачи. Выходной сигнал может передаваться, например, в центральную управляющую систему (не показана). Тензометрический датчик 180 может включаться для снятия показаний только в случае, когда произошло включение датчиком 120 предварительного напряжения или датчиком 122 избыточного напряжения сигнала оповещения об аварийном состоянии, и благодаря такому решению обеспечена возможность минимизировать потребление энергии, но при этом все же должна сохраняться возможность осуществлять аналоговое тензометрирование, когда в этом возникает необходимость. Тензометрический датчик 180 может быть в целом выполнен в виде полоски, прикрепленной к дистанционирующему элементу 118 и соединенной с возможностью подачи входного сигнала на процессор 166 (показан на фиг. 3).

Кроме того, чувствительное устройство 100 может содержать в своем составе сейсмоприемник (не показан), выполненный с возможностью воспринимать сейсмические подвижки, включая вибрации. Процессор 166 (показан на фиг. 3) может принимать входной сигнал от сейсмоприемника, чтобы генерировать соответствующий выходной сигнал.

Далее снова со ссылками на фиг. 2 будут описаны установка и работа чувствительного устройства 100. Перед установкой штанги 102 штанговой крепи в пластах 112 горной породы пробуривают шпур 110. Чувствительное устройство 100 может быть размещено на вставляемом конце 108 штанги 102 штанговой крепи (оно может быть надето на штангу 102 штанговой крепи, пропустив последнюю через сквозной канал 126 дистанционирующего элемента 118 и сквозь первый, второй, третий и четвертый чашеобразные упругие элементы 138, 140, 150 и 152 соответственно). Затем штанга 102 штанговой крепи может быть установлена (вставляемым концом 108) в шпур 110, пробуренный в пластах 112 горной породы. Расширяемый анкер 114 может быть приведен в расширенное состояние для обеспечения сцепления с внутренней поверхностью 116 шпура 110 с помощью любого из известных средств. Перед приложением к штанге 102 штанговой крепи предварительного напряжения все чашеобразные упругие элементы 138, 140, 150 и 152 находятся в несжатом состоянии, а первый и второй электропроводные контактные элементы 158 и 160 не находятся в контакте соответственно с первым чашеобразным упругим элементом 138 и третьим чашеобразным упругим элементом 150 (таким образом, оба включателя датчиков находятся в выключенном состоянии).

Затем для приложения к штанге 102 штанговой крепи, по меньшей мере, порогового значения предварительного напряжения может быть использована гайка 104. При достижении порогового значения предварительного напряжения первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 принимают плоское состояние и первый чашеобразный упругий элемент 138 вступает в контакт с первым электропроводным контактным элементом 158, приводя тем самым этот включатель во включенное состояние и соответственно обеспечивая для датчика предварительного напряжения состояние генерирования выходного сигнала. Электронный модуль 136 генерирует выходной сигнал в зависимости от состояния генерирования выходного сигнала датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения.

При установке некоторых штанг штанговой крепи для закрепления сетки на поверхности пластов скальной породы (например, на поверхности тоннеля) могут быть использованы анкерные плиты или шайбы. Поверх сетки может быть нанесен стеклопластик. В таких случаях в процессе набрызгивания чувствительное устройство 100 может быть накрыто (например, мешком или колпаком).

Датчик 120 предварительного напряжения и датчик 122 избыточного напряжения в основном предварительно откалиброваны путем выбора упругих сжимаемых элементов (то есть чашеобразных упругих элементов 138, 140, 150 и 152), которые сжимаются при достижении заданных пороговых значений нагрузки. Как датчик 120 предварительного напряжения, так и датчик 122 избыточного напряжения может иметь одно из двух состояний выходного сигнала (например, включено-выключено или высокий логический уровень-низкий логический уровень) в зависимости от того, вступил ли в контакт первый электропроводный контактный элемент 158 с первым чашеобразным упругим элементом 138 и(или) второй электропроводный контактный элемент 160 с третьим чашеобразным упругим элементом 150. Сочетание этих состояний выходных сигналов анализируется процессором 166 в электронном модуле 136, на основании чего генерируется надлежащий выходной сигнал устройства, информирующий о состоянии штанги 102 штанговой крепи.

В приводимой ниже таблице приведены возможные выходные сигналы, которые могут быть сгенерированы на основе информации от датчика 120 предварительного напряжения и датчика 122 избыточного напряжения. В таблице "ВКЛ" значит, что первый электропроводный контактный элемент 158 находится в контакте с первым чашеобразным упругим элементом 138 или второй электропроводный контактный элемент 160 находится в контакте с третьим чашеобразным упругим элементом 150, а "ВЫКЛ" значит, что такого контакта нет.

Состояние выходного сигнала датчика предварительного напряжения	Состояние выходного сигнала датчика избыточного напряжения	Состояние штанги штанговой крепи
Выкл	Выкл	Не поддерживается предварительное напряжение
Выкл	Вкл	Невозможное сочетание или неисправность датчика
Вкл	Выкл	Нормальная работа
Вкл	Вкл	Имеет место избыточное напряжение

Выходной сигнал может содержать также уникальный код штанги штанговой крепи, идентифицирующий штангу находящуюся в аварийном состоянии. Кроме того, выходная информация может включать визуальную индикацию, например, с помощью светоизлучающего диода 173. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения выходной сигнал может быть зашифрован.

Выходной сигнал может быть передан (с помощью радиопередатчика 168) на центральное управляющее устройство (не показано). Упомянутое центральное управляющее устройство выполнено с возможностью принимать входной сигнал от совокупности (например, от сотен или тысяч) разных штанг штанговой крепи. Кроме того, центральное управляющее устройство выполнено также с возможностью управления оповещением об опасной или аварийной ситуации, например, в виде отображения контрольно-сигнальных шлагбаумов, световых дорожных сигнальных знаков, широкоэвещательной трансляции (телефонные оповещения) и т.д. Кроме того, центральное управляющее устройство выполнено также с возможностью хранить информацию и записывать дату получения сообщения об аварийном состоянии. При наличии надлежащей проводной и(или) беспроводной связи практически не существует ограничений на расстояние между штангой штанговой крепи и центральным управляющим устройством.

Кроме того, выходной сигнал может состоять из нескольких полей данных. Например, первое поле данных может быть использовано для идентификатора штанги штанговой крепи. Этот идентификатор штанги штанговой крепи может представлять собой номер чувствительного устройства или штанги штанговой крепи (например, от 1 до 9999). Второе поле данных могло бы указывать на состояние чувствительного устройства. Это состояние может быть представлено кодом состояния, которое в качестве дополнительной функции может быть снабжено временной меткой. Чувствительным устройством 100 могут быть использованы, например, следующие коды состояния.

Код состояния "0" - никаких нарушений, все работает нормально.

Код состояния "1" - аварийное состояние, заключающееся в потере предварительного напряжения в штанге штанговой крепи, что свидетельствует о возможной неисправности анкера штанги штанговой крепи. Эта информация может посылаться немедленно после выявления такого состояния и затем, в качестве дополнительной функции, посылаться повторно через заранее заданные настраиваемые интервалы времени.

Код состояния "2" - аварийное состояние, заключающееся в возникновении избыточного напряжения в штанге штанговой крепи, что может указывать на отламывание от пластов скальной породы большой глыбы, тяжесть которой создает на штангу штанговой крепи нагрузку, превышающую пороговое значение. Эта информация может посылаться немедленно после выявления такого состояния и затем, в качестве дополнительной функции, посылаться повторно через заранее заданные настраиваемые интервалы времени.

Код состояния "3" - аварийное состояние, состоящее в возникновении избыточного напряжения в штанге штанговой крепи с последовавшей потерей в ней предварительного напряжения, что свидетельствует о катастрофическом повреждении и(или) о разрушении штанги штанговой крепи из-за слишком большой нагрузки. Эта информация может посылаться немедленно после выявления такого состояния и затем, в качестве дополнительной функции, посылаться повторно через заранее заданные настраиваемые интервалы времени.

Код состояния "4" - некритическое аварийное состояние, состоящее в том, что заряд батареи электропитания стал ниже установленного значения. Этот код состояния может использоваться в тех вариантах осуществления предлагаемого изобретения, в которых в качестве источника питания используется батарея электропитания.

Коды состояния "5", "6", "7", "8" и "9" могут быть зарезервированы для дополнительных конфигураций, например для измерения длины штанги штанговой крепи или для напряжения, измеренного тензометрическим датчиком 180.

Чтобы избежать ложных срабатываний аварийной сигнализации из-за таких случающихся время от времени событий, как взрывные работы по породе или сходные механические сотрясения вблизи штанги 102 штанговой крепи, чувствительное устройство 100 может быть выполнено с возможностью передавать аварийные сигналы только тогда, когда будет установлено, что зафиксированное состояние неисправности или аварийное состояние продолжается непрерывно в течение заранее предусмотренного периода времени (например, 10 с). Этот период времени может устанавливаться пользователем. В качестве дополнительного компонента может быть использован датчик движения (не показан), такой как сейсмо-

приемник или подобный прибор, чувствующий механические сотрясения, о которых говорилось выше, и извещающий о них в виде кода неисправности.

Чувствительное устройство 100 может быть выполнено с возможностью передавать информацию об аварийном состоянии и(или) неисправности и коды состояния через различные существующие сети беспроводной связи. Например, радиопередатчик 168 и антенна 172 могут быть выполнены с возможностью осуществлять передачу в шахтах и тоннелях через систему "излучающий кабель". В альтернативном варианте в качестве радиопередатчика 168 может быть использован межсетевой преобразователь "LinkLabs LoRaWAN™" или подобный многодиапазонный приемопередатчик, который может в спящем режиме потреблять ток всего 1 мкА.

Чувствительное устройство 100 может быть дополнительно выполнено с возможностью обеспечивать информацию о других аварийных состояниях: увеличение длины штанги с выходом за пределы величины безопасного удлинения, разрушение штанги, определенное ультразвуковым сигналом, посланным в штангу, напряжение в штанге штанговой крепи, измеренное тензометрическим датчиком. Когда предварительное напряжение поддерживается и не фиксируется никаких неисправностей, чувствительное устройство 100 может обеспечивать выходной сигнал (например, периодически), указывающий на нормальную работу штанги 102 штанговой крепи.

В качестве выходного сигнала может использоваться также визуальная индикация. Процессор 166 может быть выполнен с возможностью в качестве реакции на различные ситуации включать светоизлучающий диод 173 в том или ином режиме свечения. Например, в процессе установки до достижения заданного значения предварительного напряжения чувствительное устройство 100 может заставлять светоизлучающий диод 173 мигать. По достижении заданного предварительного напряжения светоизлучающий диод 173 может быть выключен либо может быть включен на постоянное свечение в течение заданного периода времени (например, в течение 10 с). Кроме того, светоизлучающий диод 173 может включаться в режим постоянного свечения или мигания, когда будет зафиксировано аварийное состояние. Число вспышек может соответствовать коду конкретного аварийного состояния. Вот один пример такого соответствия: одна вспышка каждые 20 с означает код состояния "1", две вспышки означают код состояния "2", три вспышки означают код состояния "3", четыре вспышки означают код состояния "4" и т.д. Указанные выше коды неисправности могут означать потерю предварительного напряжения, возникновение избыточного напряжения и другие аварийные состояния, о которых говорилось выше. В качестве дополнительного компонента чувствительное устройство может содержать датчик (не показан), воспринимающий входной сигнал от кодированного частотного светоизлучателя, а процессор 166 может быть выполнен с возможностью включать светоизлучающий диод 173 на заданный период времени (например, на 5 с) при его тестировании с помощью упомянутого кодированного частотного светоизлучателя.

В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения процессор 166 включает тензометрический датчик 180 на проведение измерений. Например, процессор 166 может включить тензометрический датчик 180 при получении от датчика 120 предварительного напряжения, от датчика 122 избыточного напряжения или от сейсмоприемника входного сигнала, указывающего на возникновение аварийного состояния (например, на потерю предварительного напряжения, на возникновение избыточного напряжения или на сейсмические подвижки от раскалывания скалы или от взрывных работ). Тензометрический датчик 180 может собирать аналоговые данные для более точной оценки текущих условий нагрузки. Если включать аналоговый тензометрический датчик 180 только в случаях необходимости (а не подавать на него питание постоянно), то можно значительно понизить потребление энергии чувствительным устройством 100 по сравнению с известными чувствительными устройствами.

В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения могут не использоваться датчики предварительного напряжения и избыточного напряжения, а может быть использован только тензометрический датчик, установленный на дистанционирующем элементе.

На фиг. 4А штанга 102 штанговой крепи и чувствительное устройство 100 изображены в состоянии нормальной работы, когда поддерживается предварительное напряжение. Как можно видеть, первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 датчика 120 предварительного напряжения сжаты до такой степени, что первый чашеобразный упругий элемент 138 находится в контакте с первым электропроводным контактным элементом 158. Третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 не сжаты настолько, чтобы третий чашеобразный упругий элемент 150 пришел в контакт со вторым электропроводным контактным элементом 160, потому что нагрузка на штангу 102 штанговой крепи ниже предельного значения избыточного напряжения. В этом состоянии чувствительное устройство 100 генерирует выходной сигнал, свидетельствующий о том, что штанга штанговой крепи работает нормально, с поддержанием предварительного напряжения. Однако в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения при нормальной работе может не генерироваться никакого выходного сигнала. Например, электронный модуль 136 может потреблять энергию только при возникновении сигнала оповещения об аварийном состоянии или при запросе состояния штанги штанговой крепи. Возможен также такой вариант осуществления предлагаемого изобретения, в котором в целях энергосбережения чувствительное устройство 100 содержит электронные сред-

ства (диод(ы) и т.п.) для отключения электрической цепи датчика 120 предварительного напряжения, когда первый чашеобразный упругий элемент 120 вступает в контакт с первым электропроводным контактным элементом 158, так как датчик 120 предварительного напряжения может находиться в этом состоянии в течение недель или даже лет. С другой стороны, датчик 122 избыточного напряжения может, напротив, потреблять энергию только тогда, когда третий чашеобразный упругий элемент 150 вступает в контакт со вторым электропроводным контактным элементом 160.

В альтернативном варианте осуществления предлагаемого изобретения при нормальной работе соответствующий выходной сигнал может генерироваться периодически. Сбережение энергии и продление срока службы чувствительного устройства 100 могут быть обеспечены за счет понижения частоты генерирования выходного сигнала в случае отсутствия неполадок или за счет автоматического генерирования выходного сигнала устройства только в том случае, когда возникает необходимость в оповещении об аварийном состоянии при нарушениях нормальной работы штанги штанговой крепи. В частности, за счет аккумуляирования электроэнергии батареей электропитания чувствительное устройство 100 может проработать без потери мощности в течение 25 лет или даже в течение 50 и более лет. Например, только батарея электропитания для чувствительного устройства может проработать свыше 20 лет. Чувствительное устройство, выполненное с возможностью собирать энергию извне (например, энергию электромагнитной волны от излучающего кабеля), может проработать 50 лет или дольше.

На фиг. 4В штанга 102 штанговой крепи и чувствительное устройство 100 изображены в состоянии перегрузки (избыточного напряжения). Если нагрузка превышает пороговое значение (например, по причине чрезмерного крутящего момента или смещения скалы), третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152 приходят в плоское состояние и третий чашеобразный упругий элемент 150 вступает в контакт со вторым электропроводным контактным элементом 160 (закрывая тем самым включатель в датчике избыточного напряжения с генерированием соответствующего выходного сигнала от датчика избыточного напряжения). В этом состоянии приведены в действие как датчик 120 предварительного напряжения, так и датчик 122 избыточного напряжения, что указывает на то, что штанга штанговой крепи перегружена, и чувствительное устройство 100 генерирует выходной сигнал соответствующего аварийного состояния. Этот выходной сигнал может содержать один из кодов состояния, о которых говорилось выше. Выходной сигнал может передаваться беспроводным способом с помощью радиопередатчика 168 и антенны 172.

Штанга 102 штанговой крепи может претерпеть ослабление сцепления в шпуре 110, или же скальная порода пластов 112 может треснуть, вызвав потерю предварительного напряжения в штанге 102. На фиг. 5 штанга 102 штанговой крепи показана смещенной относительно пластов 112 горной породы с потерей предварительного напряжения. Первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140 датчика 120 предварительного напряжения вернулись в их первоначальное несжатое состояние. При потере предварительного напряжения силы упругости, развиваемые первым чашеобразным упругим элементом 138 и вторым чашеобразным упругим элементом 140, могут частично вытаскивать штангу 102 штанговой крепи из шпура 110. В этом состоянии, как можно видеть, первый чашеобразный упругий элемент 138 больше не находится в контакте с первым электропроводным контактным элементом 158 (с выключением тем самым включателя датчика). Процессор 166 в электронном модуле 136 будет генерировать выходной сигнал оповещения об аварийном состоянии (посылая его, например, с помощью радиопередатчика 168 и антенны 172), оповещающая о неисправности штанги 102 штанговой крепи.

Чувствительное устройство 100 может поддерживать предварительное напряжение в штанге 102 штанговой крепи, изображенной на прилагаемых чертежах фиг. 2, 4А, 4В и 5, или же подобное чувствительное устройство может быть использовано для поддержания предварительного напряжения в других типах штанг штанговой крепи, например в штангах накачиваемого и фрикционного типа.

Хотя чувствительное устройство 100, изображенное на прилагаемых чертежах фиг. 2, 4А, 4В и 5, содержит как датчик 120 предварительного напряжения, так и датчик 122 избыточного напряжения, в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения может быть использован только один датчик. Например, в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения чувствительные устройства могут содержать только датчик предварительного напряжения (и обходиться без датчика избыточного напряжения).

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) содержит один или большее число аналоговых тензодатчиков для измерения реальной нагрузки на штангу штанговой крепи, при этом чувствительное устройство выполнено с возможностью генерировать выходной сигнал, информирующий о точной измеренной нагрузке. Такой выходной сигнал может быть передан беспроводным способом или посредством проводного соединения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) выполнено с возможностью принимать входной сигнал запроса состояния штанги штанговой крепи. Например, чувствительное устройство может запрашиваться и отвечать кодом, обозначающим нормальное состояние. В качестве

дополнительного компонента чувствительное устройство может быть оснащено кодированным частотным светочувствительным датчиком (оптоэлектронным транзистором), который может быть соединен с процессором (например, таким как процессор 166, обозначенный на фиг. 3), и чувствительное устройство обеспечивает практически мгновенное визуальное подтверждение (например, через светоизлучающий диод 173, изображенный на фиг. 2) того, находится ли чувствительное устройство 100 в рабочем состоянии. Упомянутый кодированный частотный светочувствительный датчик может быть приведен в действие кодированным частотным светоизлучателем, с помощью которого на этот светочувствительный датчик направляют световой луч и излучают кодированный световой сигнал, чтобы проверять рабочее состояние по желанию или через установленные периоды времени. В качестве дополнительной функции кодированный частотный светочувствительный датчик может быть использован как сборщик энергии из окружающей среды от светового излучения, в изобилии присутствующего в транспортных тоннелях, в шахтных коридорах коммуникаций и на открытых пространствах.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) содержит антенну (такую как антенна 172) и выполнено с возможностью получать через эту антенну энергию электромагнитной волны для питания чувствительного устройства и(или) зарядки источника питания (например, аккумуляторной батареи) чувствительного устройства. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения чувствительное устройство выполнено с возможностью получать энергию беспроводным способом. Подобным же образом для питания чувствительного устройства и(или) зарядки его источника питания может быть использовано проводное соединение.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых выходной сигнал чувствительного устройства передается на центральное управляющее устройство или другое центральное процессорное устройство. Например, текущий контроль выходных сигналов от большого количества штанг штанговой крепи может осуществляться с помощью компьютера или компьютерной системы.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) выполнено с возможностью воспринимать проявления сейсмичности, такие как взрывные работы, обрушения или сейсмические подвижки, вследствие которых чувствительное устройство генерирует предупредительные или аварийные сигналы, если магнитуда вибраций превосходит предварительно установленное пороговое значение. Для измерения таких вибраций может быть использован, например, сейсмоприемник (не показан).

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) выполнено с возможностью осуществлять периодическое самотестирование и отправлять отчет о результатах проведенного самотестирования центральному управляющему устройству без запроса со стороны центрального управляющего устройства. При неполучении отчета о результатах самотестирования чувствительного устройства в ожидаемый срок центральное управляющее устройство может генерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии, и при таком решении система передачи сигнала может быть односторонней, что обеспечивает экономию средств и энергии. Кроме того, чувствительное устройство может быть выполнено с возможностью включения его в режим самотестирования вручную или автоматически. Например, чувствительное устройство может быть оснащено сенсором видимого, ультрафиолетового или инфракрасного излучения (не показан), который, будучи подвержен облучению видимым, ультрафиолетовым или инфракрасным лучом, запускает самотестирование чувствительного устройства.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2) для соблюдения правовых актов разных регионов или стран выполнено с возможностью передавать выходной сигнал на конкретных частотах и(или) с определенной мощностью. Могут быть использованы различные сети и технологии беспроводной связи, в частности (но не только) низкочастотные сигналы с использованием технологии типа "излучающий кабель", технология "беспроводная достоверность" ("вай-фай"), сотовая связь или протокол "Интернет вещей".

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство не имеет электропроводных контактных элементов для электрического контакта с упругими сжимаемыми элементами, и упругие сжимаемые элементы выполнены с возможностью иным образом генерировать сигнал об изменении состояния. Например, датчик нагрузки может быть снабжен сенсором ближней локации, воспринимающим перемещение упругого сжимаемого элемента. Этот сенсор ближней локации может быть, например, магнитным или емкостным.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых центральное управляющее устройство выполнено с возможностью поддерживать связь с чувствительными устройствами, соединенными с сетью или системой штанг штанговой крепи. Сеть штанг штанговой крепи может быть установлена, например, в тоннеле, в шахте или в другой подземной выработке. Каждое из этих чувствительных устройств может быть того же типа, что и чувствительное устройство 100, изображенное на фиг. 2. Может быть развернуто, например, десять тысяч или более подобных чувствительных устройств. В сети штанг штанговой крепи, охватывающей площадь во много квадратных километров, чувствитель-

ные устройства могут направлять отчеты о состоянии единому центральному управляющему устройству, которое далее может устанавливать связь с автоматическими шлагбаумами, световыми дорожными сигнальными знаками и т.д. Центральное управляющее устройство выполнено с возможностью хранить информацию о состоянии штанг штанговой крепи (например, сообщения о выходе из строя определенных штанг штанговой крепи). Например, после отдыха в выходные дни прежде, чем работникам будет дано разрешение спуститься в подземную выработку, может быть проверена хранимая информация, полученная в предшествующие дни (в том числе информация о неисправностях штанг штанговой крепи, таких как избыточное напряжение или потеря предварительного напряжения). В дополнение к обеспечению безопасности путем предупреждений о возможных повреждениях или ослаблениях конструкции выходные сигналы, получаемые от штанг штанговой крепи, относящихся к данной сети, могут быть использованы для изучения процессов деградации в пластах горной породы. Такие выходные сигналы могут записываться и быть использованы для криминалистической диагностики.

Как говорилось выше, изображенная на фиг. 2 и 4А, фиг. 4В и 5 штанга 102 штанговой крепи относится к анкерному типу штанг штанговой крепи. Но это только один пример штанг штанговой крепи, с которыми может быть использовано описываемое здесь предлагаемое чувствительное устройство (такое как чувствительное устройство, изображенное на фиг. 2 и 4А, фиг. 4В и 5). Могут быть использованы также штанги штанговой крепи фрикционного и(или) накачиваемого типа. В дополнение к текущему контролю нагрузки описываемые здесь чувствительные устройства могут обеспечивать предварительное напряжение также и для этих типов штанг штанговой крепи.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых для получения упругих сжимаемых элементов датчиков нагрузки один или большее число чашеобразных упругих элементов могут быть использованы в сочетании с плоскими дисками. Например, в чувствительном устройстве 100, изображенном на фиг. 2, чашеобразный упругий элемент 140 и(или) чашеобразный упругий элемент 152 может быть заменен на плоскую шайбообразную пластину, в которой выполнено центральное отверстие. Оставшиеся чашеобразные упругие элементы 138 и 150 будут сжимаемыми, чтобы при сжатии обеспечивать контакт с электропроводными контактными элементами 158 и 160 соответственно. Чашеобразный упругий элемент 152 (фиг. 2) мог бы быть заменен плоским диском/шайбой, которая прилегает к анкерной плите 113.

На фиг. 6-8 изображен профиль поперечного сечения известных штанг штанговой крепи фрикционного и накачиваемого типов. На фиг. 6 изображен профиль поперечного сечения фрикционной штанги 202 штанговой крепи. Эта фрикционная штанга 202 штанговой крепи имеет в целом поперечное сечение круга с полый средней частью 204 но с разрезом 203 по длине полученного кольца. В исходном, нерасширенном, состоянии штанга 202 штанговой крепи установлена в шпуре, пробуренном в пластах горной породы (не показано). Штанга 202 штанговой крепи может иметь диаметр, несколько превышающий диаметр шпура, так что при забивании штанги в шпур разрез 203 сожмется или отпружинит обратно, и штанга 202 штанговой крепи будет оказывать давление вовне на стенку шпура, создавая силы трения, удерживающие штангу 202 штанговой крепи на месте.

На фиг. 7 в качестве примера изображен профиль поперечного сечения накачиваемой штанги 206 штанговой крепи в ненакачанном состоянии. Эта штанга штанговой крепи имеет полую камеру 207, которая может быть заполнена жидкостью, которой штанга 206 штанговой крепи накачивается до состояния, проиллюстрированного на фиг. 8. Накачиваемая штанга 206 штанговой крепи содержит средства для накачивания полый камеры 207, в частности впускной клапан для жидкости. Штанга 206 штанговой крепи может быть введена в шпур в ненакачанном состоянии, а затем накачана жидкостью для закрепления штанги 206 в шпуре.

В отличие от штанг штанговой крепи анкерного типа штанги штанговой крепи фрикционного и накачиваемого типов обычно не оснащены затягиваемой гайкой на головном конце. Однако фрикционные и накачиваемые штанги штанговой крепи все же могут быть снабжены на головном конце расширяющимся кольцом, или же им может быть придан признак (свойство) расширения этого выступающего от поверхности пласта головного конца иным образом. Описываемые здесь чувствительные устройства могут упираться в это кольцо или другое средство расширения у головного конца фрикционной или накачиваемой штанги штанговой крепи, как будет описано ниже. В альтернативном варианте фрикционная или накачиваемая штанга штанговой крепи может быть модифицирована таким образом, чтобы она держала головку или стопорный элемент для удержания чувствительного устройства на месте, как будет описано ниже.

При установке известных штанг штанговой крепи фрикционного и(или) накачиваемого типа штанги обычно не выполнены с возможностью придания им предварительного напряжения, которое могло бы быть им придано или поддерживаться после установки. Однако поддержание предварительного напряжения в штангах таких типов представляется желательным, так как это обеспечивало бы конструкции дополнительную несущую способность. Как будет описано ниже, в таких штангах штанговой крепи предварительное напряжение может поддерживаться с помощью предлагаемого чувствительного устройства. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения предварительное напряжение по величине и точности подобно предварительному напряжению в известных штангах штанговой

крепи анкерного типа. Это предварительное напряжение может оказывать благоприятный эффект на работу штанг штанговой крепи и на укрепление пластов горной породы. Установка штанг штанговой крепи фрикционного типа с введением их в толщу пластов горной породы обычно может выполняться с использованием толкающего устройства. Может быть также обеспечена возможность текущего контроля нагрузки, испытываемой штангой штанговой крепи (аналогично чувствительному устройству 100, описанному выше). Будучи установленной, штанга штанговой крепи фрикционного или накачиваемого типа обычно плотно прилегает к стенкам шпура, пробуренного в пластах горной породы, и цементирующая заливка используется редко.

Известная штанга штанговой крепи фрикционного или накачиваемого типа может быть модифицирована с помощью средства для удержания на головном конце штанги переходного элемента. Например, в штанге штанговой крепи может быть нарезана внутренняя резьба, так что упомянутый переходный элемент может быть привинчен к головному концу штанги. Для установки этого переходного элемента могут быть использованы также другие средства крепления или удержания, такие как круговой хомут в канавке. Этот переходный элемент по ширине может быть больше штанги, так что чувствительное устройство может удерживаться между переходным элементом и анкерной плитой. В качестве альтернативы переходное устройство может быть снабжено наружной резьбой и содержать гайку, функция которой подобна функции гайки на штанге штанговой крепи анкерного типа как для удержания чувствительного устройства, так и для приложения предварительного напряжения.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых известная штанга штанговой крепи фрикционного или накачиваемого типа является модифицируемой таким образом, что ее головка снабжена соединительным наконечником, обеспечивающим возможность накачивания, пока толкающее устройство создает нагрузку на штангу и на чувствительное устройство, до тех пор пока упругий сжимаемый элемент датчика предварительного напряжения не будет сжат в достаточной степени (при пороговом значении предварительного напряжения). Для указания на то, что надлежащее предварительное напряжение достигнуто, может быть использован источник света (например, светоизлучающий диод) или источник сигнала. Есть много способов создать начальный толчок для штанги штанговой крепи, чтобы обеспечить предварительное напряжение. В одном из вариантов осуществления предлагаемого изобретения на конце штанги штанговой крепи накачиваемого типа может быть приварен стопорный элемент, действующий как пробка для гидравлической жидкости, закачиваемой в эту штангу штанговой крепи. Диаметр этого стопорного элемента может быть больше, чем диаметр штанги. Для накачивания стопорный элемент может быть снабжен соединительным наконечником перпендикулярного доступа. Такое техническое решение проиллюстрировано на фиг. 9 и будет описано ниже.

На фиг. 9 на виде сбоку схематично изображено чувствительное устройство 300 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, при этом в продольном разрезе изображена штанга 302 штанговой крепи накачиваемого типа и виден установочный станок 304 для установки штанги 302 штанговой крепи накачиваемого типа. На фиг. 9 установочный станок 304 показан только частично. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения штанга 302 штанговой крепи является штангой накачиваемого типа и снабжена головкой 306 стопорного типа, которая приварена к ее головному концу 308. На фиг. 9 можно видеть также шайбу или анкерную плиту 310, которая прилегала бы к поверхности пластов горной породы (не показаны). Чувствительное устройство 300 содержит дистанционирующий элемент 318 (подобный дистанционирующему элементу 118 на фиг. 2), первый чашеобразный упругий элемент 312 и первый электропроводный контактный элемент 314, вместе образующие включатель датчика предварительного напряжения. Кроме того, чувствительное устройство 300 содержит второй чашеобразный упругий элемент 316 и второй электропроводный контактный элемент 317, вместе образующие включатель датчика избыточного напряжения. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения расположение включателей датчика предварительного напряжения и датчика избыточного напряжения может быть обратным. Эти датчики нагрузки расположены и работают аналогично датчику 120 предварительного напряжения и датчику 122 избыточного напряжения, описывавшиеся выше со ссылками на фиг. 2, 4А, 4В и 5. Первый чашеобразный упругий элемент 312 и второй чашеобразный упругий элемент 316 расположены на противоположных концах дистанционирующего элемента 318. Чувствительное устройство 300 содержит также корпус 320 под электронику и колпак 322. Корпус 320 вмещает электрические, радио- и электронные компоненты (не показаны), в частности (но не только) такие, как электронные компоненты датчиков, процессор, радиопередатчик, приемник, источник питания, антенна и т.д. Колпак 322 закрывает чашеобразные упругие элементы 312 и 316, электропроводные контактные элементы 314 и 317, дистанционирующий элемент 318 и корпус 320 для электроники. Колпак 322 может быть выполнен деформируемым или податливым, чтобы обеспечивать для первого чашеобразного упругого элемента 312 и второго чашеобразного упругого элемента 316 возможность сжатия. Компоненты чувствительного устройства 300, находящиеся под колпаком 322, показаны на фиг. 9 пунктирными линиями, потому что они обычно скрыты от взоров колпаком 322. Подобно чувствительному устройству 100, изображенному на фиг. 2, 4А, 4В и 5, чувствительное устройство 300, изображенное на фиг. 9, в целом имеет форму кольца или трубы со сквозным каналом 324 для прохождения сквозь него штанги 302 штанговой крепи. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения чув-

ствительное устройство может иметь другую форму (например, форму треугольника или прямоугольника). Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какой бы то ни было конкретной геометрической формой чувствительного устройства.

Кроме того, чувствительное устройство 300 содержит средство вывода (не показано) для подачи сигнала о состоянии штанги 302 штанговой крепи на основе выходных сигналов от датчика предварительного напряжения и датчика избыточного напряжения. Для этого может быть использован источник света и(или) радиопередатчик, как описывалось выше. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным типом выходного сигнала.

Штанга 302 штанговой крепи имеет полость 328, которая простирается, по существу, по длине штанги 302. Головка 306 стопорного типа штанги 302 имеет впускное отверстие 330, обеспечивающее для гидравлической жидкости возможность поступать в полость 328 для накачивания штанги 302.

Установочный станок 304 содержит толкающую секцию 332, снабженную толкающей головкой 334, выполненной с возможностью быть насаженной на головку 306 штанги 302 штанговой крепи и оказывать на штангу 302 толкающее усилие, обеспечивающее, по меньшей мере, предварительное напряжение. Толкающая секция 332 может быть приводима в действие с помощью гидравлики. Известный установочный станок может оказаться непригодным для обеспечения достаточного толкающего усилия, но он может быть надлежащим образом модифицирован, чтобы это стало возможно. Установочный станок 304 содержит соединительный наконечник 336 для накачивания и внутренний гидравлический канал 338 для проведения гидравлической текучей среды от соединительного наконечника 336 к толкающей головке 334. Гидравлический канал 338 выполнен с возможностью пропускания гидравлической текучей среды к гидравлическому входу штанги 302, когда установочный станок 304 соединен со штангой 302 штанговой крепи. Толкающая головка 334 установочного станка 304 содержит выемку 340, размер которой согласован с размером головки 306 штанги 302 штанговой крепи, и O-образное уплотнительное кольцо 342, установленное внутри упомянутой выемки 340 и предназначенное для обеспечения уплотнения и предотвращения утечки гидравлической текучей среды из промежутка между установочным станком 304 и штангой 302 штанговой крепи. Соединительный наконечник 336 может быть соединен с источником гидравлической текучей среды (не показан). Конкретный установочный станок 304, который показан на фиг. 9, рассмотрен здесь только в качестве примера. Для установки штанги 302 штанговой крепи, оборудованной чувствительным устройством 300, могут быть использованы другие установочные средства. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения может быть применена установка штанги вручную без использования каких-либо установочных станков. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным способом установки описываемых здесь чувствительных устройств. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения в составе чувствительного устройства 300 предусмотрена нагрузочная прокладка 344. Эта нагрузочная прокладка прилегает к первому чашеобразному упругому элементу 312 и должна быть расположена напротив головки 306 штанги штанговой крепи. Головка 306 штанги 302 штанговой крепи оказывает толкающее усилие на нагрузочную шайбу 344, которая, в свою очередь, оказывает толкающее усилие на первый чашеобразный упругий элемент 312.

Для установки штанги 302 штанговой крепи на нее, пока она находится в ненакачанном состоянии и пока она не введена (передним концом 326) в пробуренный в пластах горной породы (не показаны) шпур, сначала надевают чувствительное устройство 300. Затем на головку 306 штанги 302 штанговой крепи надевают толкающую головку 334 и оказывают толкающее усилие для обеспечения желаемого предварительного напряжения, под действием которого первый чашеобразный упругий элемент 312 приходит в плоское состояние, в котором он вступает в электрический контакт с первым электропроводным контактным элементом 314. Чувствительное устройство 300 оповещает о том, что предварительное напряжение поддерживается соответствующим образом, либо генерированием выходного сигнала, либо прекращением выходного сигнала. Например, может генерироваться выходной сигнал нормального состояния или же может просто прекратиться аварийный выходной сигнал (радиосигнал или световой сигнал), который до этого генерировался в отсутствие предварительного напряжения. Затем установочный станок 304 может ввести в штангу 302 достаточное количество гидравлической текучей среды, чтобы полностью накачать штангу 302 для фиксации ее в пластах горной породы. Обычно накачивание контролируют, отслеживая давление в гидравлической системе, при этом насос автоматически прекращает работу по достижении порогового значения давления в гидравлической системе, например, 30 МПа (300 бар). После накачивания установочный станок 304 отсоединяют и удаляют, теперь штанга 302 штанговой крепи установлена с поддержанием в ней предварительного напряжения с помощью первого чашеобразного упругого элемента 312.

На фиг. 10 на виде сбоку схематично изображено чувствительное устройство 400 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, оно в основном подобно чувствительному устройству 300, изображенному на фиг. 9, при том отличии, что в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения нагрузочная прокладка 444 является внешней по отношению к чувствительному устройству 400 и расположена между чувствительным устройством 400 и головным концом 404 штанги 402 штанговой крепи. На фиг. 10 штанга 402 штанговой крепи показана в продольном разрезе.

зе, а работает она так же, как и штанга 302 штанговой крепи, изображенная на фиг. 9. Однако штанга 402 штанговой крепи имеет на головном конце 404 головку 403, которая получена методом закатки (а не приварена). Головка 403 закатанной формы имеет наружную поверхность 406, которая выступает поперечно вовне и ограничивает широкий проем 408, ведущий в полость или канал 410 внутри штанги 402 штанговой крепи. Эта штанга 402 штанговой крепи может быть установлена в пробуренный в пластах 409 горной породы шпур 407 с помощью установочного станка 412, который тоже можно видеть на фиг. 10.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения установочный станок 412 содержит широкий соединительный наконечник 414 гидравлического канала, который герметично соединяют с отверстием 408 для накачивания штанги 402 штанговой крепи. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения соединительный наконечник 414 гидравлического канала имеет внешний периметр 416, размер которого выбран таким образом, чтобы было обеспечено его плотное прилегание внутри упомянутого отверстия, а также содержит О-образное уплотнительное кольцо 446, частично утопленное относительно внешнего периметра 416 и предназначенное для герметизации отверстия 408. Кроме того, установочный станок 412 содержит также сообщенный с гидравлическим каналом 420 впускной патрубком 418, предназначенный для приема гидравлической текучей среды (источник не показан), которой накачивают штангу 402 штанговой крепи. Упомянутый гидравлический канал 420 имеет выпускное отверстие 422, расположенное в центре соединительного наконечника 414 гидравлического канала.

Кроме того, установочный станок содержит толкающую секцию 424, которая шире, чем соединительный наконечник 414 гидравлического канала. Эта толкающая секция 424 образует плоскую поверхность 430, простирающуюся поперечно от соединительного наконечника 414 гидравлического канала, то есть перпендикулярно продольной оси штанги 402 штанговой крепи в процессе установки. Для приложения предварительного напряжения этой плоской поверхностью 430 нажимают на имеющую закатанную форму головку 403 штанги 402 штанговой крепи. Для придания штанге предварительного напряжения толкающая секция 424 может приводиться в действие с помощью гидравлики, аналогично тому, как это делается с помощью установочного станка 304, который можно видеть на фиг. 9. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения между чувствительным устройством 400 и пластами 409 горной породы установлена анкерная плита 448.

Установочный станок 412 и процесс установки штанги 402 штанговой крепи подобен процессу установки штанги 302 штанговой крепи, описанному выше со ссылками на фиг. 9.

На фиг. 11 на виде сбоку схематично изображено чувствительное устройство 500 (подобное чувствительному устройству 300, изображенному на фиг. 9), используемое для фрикционной штанги 502 штанговой крепи. На фиг. 11 показана также анкерная плита 506. Как можно видеть на фиг. 11, штанга 502 штанговой крепи имеет разрез 508, обеспечивающий возможность сжатия и расширения штанги 502 по всей ее длине по мере проталкивания ее в шпур, пробуренный в пластах горной породы (не показан). Штанга 502 штанговой крепи имеет плоскую головную часть 504, которая шире остальной части штанги 502. Головная часть 504 может быть наварена на штангу, или же штанга 502 может быть выполнена как одно целое с этой головной частью 504. Для проталкивания штанги 502 штанговой крепи в шпур может быть использовано любое подходящее средство, чтобы приложить к чувствительному устройству 500 предварительное напряжение. По завершении установки чувствительное устройство может поддерживать предварительное напряжение подобно тому, как это делает чувствительное устройство 300, изображенное на фиг. 9.

Подобно чувствительному устройству 100, которое изображено на фиг. 2, чувствительные устройства 300, 400 и 500, изображенные соответственно на фиг. 9-11, генерируют выходной сигнал, информирующий о состоянии соответственно штанг 302, 402 и 502. Этот выходной сигнал может информировать о том, что штанга 302, 402 или 502 находится в нормальном состоянии, предварительное напряжение поддерживается. Или же выходной сигнал может информировать об аварийном состоянии первого типа, состоящем в потере предварительного напряжения, или об аварийном состоянии второго типа, состоящем в возникновении избыточного напряжения. Этот выходной сигнал может быть основан на сочетании состояний датчика предварительного напряжения и датчика избыточного напряжения, как описывалось выше. Чувствительные устройства 300, 400 и 500 могут также содержать в своем составе аппаратные средства для аналоговых измерений нагрузки и генерирования соответствующего выходного сигнала. Этот выходной сигнал может быть обеспечен световым или звуковым индикатором (например, источником света и(или) громкоговорителем) или же, в качестве альтернативы или в дополнение, выходной сигнал может представлять собой сигнал, генерируемый и передаваемый на другое устройство, такое как центральное управляющее устройство. Другие описанные выше вариации и дополнительные средства, описанные выше, тоже могут быть применены к чувствительным устройствам 300, 400 и 500.

Как говорилось выше, для улучшения фиксации штанги штанговой крепи в пластах горной породы пространством между штангой и поверхностью шпура, пробуренного в пластах горной породы, может быть заполнено цементирующей заливкой, эпоксидной смолой или специальным быстросхватывающимся бетоном. Заполнение цементирующей заливкой может быть произведено разными способами. Один из

этих способов состоит в том, что перед введением в шпур, пробуренный в горной породе, штанги штанговой крепи в этот шпур закачивают цементирующую заливку. Еще один способ состоит в том, что цементирующую заливку закачивают через центральный канал в штанге или через соединительный наколенник на дистанционирующей плите после того, как штанга штанговой крепи введена в шпур, пробуренный в пластах горной породы. Обычно требуется около 10 мин на то, чтобы произошло схватывание свежизготовленной цементирующей заливки, после чего можно затягивать гайку на штанге анкерного типа. В случае штанги фрикционного или накачиваемого типа к штанге прикладывают толкающее усилие до тех пор, пока не произойдет схватывание цементирующей заливки. Еще один способ состоит в том, что в шпур вручную, например, с помощью шприца-пистолета вводят эпоксидную смолу. Еще один способ состоит в том, что перед введением штанги шпур заполняют порциями отверждающего реагента и основной эпоксидной смолы в отдельных пластиковых оболочках, а штангу при установке используют для перемешивания эпоксидной смолы с отверждающим реагентом (например, путем прокручивания штанги).

На фиг. 12 и 13 на виде сбоку фрагментарно изображены накачиваемые штанги 602 и 652 соответственно, которые иллюстрируют другие модификации с целью обеспечения возможности прикрепления чувствительного устройства (такого как чувствительное устройство 100, 300, 400 или 500, описанные выше со ссылками на фиг. 2, 4А, 4В, 5, 9, 10 и 11). Изображенная на фиг. 12 накачиваемая штанга 602 имеет головной конец 604 с каналом 606, а также имеет предназначенную для накачивания полую камеру 608, которая простирается по длине штанги от ее головного конца 604 до противоположного ее конца (не показан). В головном конце 604 выполнена кольцевая выемка 610 (вдавлена в канал 606) по круговой периферии штанги 602 штанговой крепи. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения штанга 602 штанговой крепи модифицирована добавлением вставного элемента 612, выполненного с возможностью частично вмещаться в канал 606 штанги 602 штанговой крепи. В этом вставном элементе 612 вблизи его первого конца 615 выполнена круговая канавка 614, по форме комплементарная кольцевой выемке 610, так что обеспечено удержание вставного элемента 612 в канале 606 в фиксированном положении. Вставной элемент 612 имеет удлиненную форму и простирается по длине от канала 606 до своего второго конца 616 (противоположен по расположению первому концу 615). От первого конца 615 до второго конца 616 вставного элемента 612 простирается гидравлический канал 618, так что обеспечена возможность накачивания штанги 602 штанговой крепи гидравлической текучей средой, которая имеет возможность проходить через вставной элемент 612 в камеру 608 штанги 602 штанговой крепи. Вблизи своего второго конца 616 вставной элемент 612 снабжен резьбой 620 для навинчивания на эту резьбу гайки (не показана). На вставной элемент 612 может быть навинчена и использована для приложения к чувствительному устройству предварительного напряжения гайка (не показана), аналогичная гайке 104, которую можно видеть на фиг. 2.

На фиг. 13 изображен еще один вариант накачиваемой штанги штанговой крепи: штанга 652 аналогична штанге 602, изображенной на фиг. 12, за тем исключением, что вместо вставного элемента, вводимого в канал, штанга 652 оснащена вставным элементом 654, который наварен на ее головной конец 656. В этом варианте осуществления предлагаемого изобретения вставной элемент 654 имеет плоскую торцевую поверхность 658, которая может быть использована для проталкивания штанги 652 в шпур (не показан) подобно тому, как это делается в отношении штанг 302, 402 и 502, как было описано выше со ссылками на фиг. 9-11 соответственно. Изображенная на фиг. 13 штанга 652 штанговой крепи тоже имеет наружный периметр 660, на котором установлен впускной патрубок 662 для гидравлической текучей среды, от которого гидравлический канал 664 выходит на внутреннюю торцевую поверхность 666, обращенную к внутренней камере 668 штанги 652 штанговой крепи.

На каждом из прилагаемых чертежей фиг. 14-16 изображено в разрезе чувствительное устройство 700 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, при этом чувствительное устройство 700 показано установленным на штанге 702 штанговой крепи анкерного типа. Как можно видеть на фиг. 14, чувствительное устройство 700 содержит датчик 704 предварительного напряжения и датчик 706 избыточного напряжения, разделенные трубообразным дистанционирующим элементом 708, а также корпус 710 для электроники, расположенный с охватом дистанционирующего элемента 708. Чувствительное устройство 700 по структуре и функциям подобно чувствительному устройству 100, описанному выше со ссылками на фиг. 2, при этом, как можно видеть на фиг. 14, сквозь чувствительное устройство 700 проходит штанга 702 штанговой крепи. Датчик 704 предварительного напряжения содержит первый одинарный чашеобразный упругий элемент 712 и первый электропроводный контактный элемент 714. Датчик 706 избыточного напряжения содержит второй одинарный чашеобразный упругий элемент 716 и второй электропроводный контактный элемент 718. Этот второй одинарный чашеобразный упругий элемент 716 является более жестким, чем первый одинарный чашеобразный упругий элемент 712, и для его сжатия и приведения в плоское состояние требуется более высокая нагрузка. Первый чашеобразный упругий элемент 712 принимает плоское состояние при пороговом значении предварительного напряжения, а второй чашеобразный упругий элемент 716 принимает плоское состояние при пороговом значении избыточного напряжения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения чувствительное устройство 700 содержит плоскую шайбу 720, которая расположена

между датчиком 704 предварительного напряжения и гайкой 722 шайбы 702 штанговой крепи. Эта плоская шайба 720 упирается в первый чашеобразный упругий элемент 712 для приведения последнего в плоское состояние с обеспечением электрического контакта с первым электропроводным контактным элементом 714, когда создано предварительное напряжение. Плоская шайба 720 может быть выполнена из любого подходящего жесткого материала, способного выдерживать нагрузки, испытываемые штангой 702 штанговой крепи. Плоская шайба 720 может быть выполнена, например, из стали. На фиг. 14 можно видеть также шайбу или анкерную плиту 724, которая расположена между чувствительным устройством 700 и пластами 726 горной породы. Штанга 702 анкерной крепи установлена в шпуре 728, пробуренном в пластах 726 горной породы. Кроме того, чувствительное устройство 700 может содержать также защитный колпак (не показан) и(или) другие подходящие средства для защиты чувствительного устройства 700 от пыли и влаги.

На фиг. 14 штанга 702 штанговой крепи изображена в состоянии поддержания предварительного напряжения.

На фиг. 15 штанга 702 штанговой крепи и чувствительное устройство 700 изображены в первом аварийном состоянии. А именно имеет место состояние избыточного напряжения, в котором второй чашеобразный упругий элемент 716 принял плоское состояние и пришел в электрический контакт со вторым электропроводным контактным элементом 718, в результате чего сработал датчик 706 избыточного напряжения и генерируется соответствующий аварийный выходной сигнал, информирующий о возникновении избыточного напряжения.

На фиг. 15 штанга 702 штанговой крепи и чувствительное устройство 700 изображены во втором аварийном состоянии. А именно, имеет место состояние потери предварительного напряжения, в котором как первый чашеобразный упругий элемент 712, так и второй чашеобразный упругий элемент 716 не сжаты до плоского состояния (и не контактируют с соответствующим электропроводным контактным элементом 714, 718), в результате чего генерируется соответствующий выходной сигнал оповещения об аварийном состоянии, информирующий о потере предварительного напряжения.

На фиг. 17 схематично изображено в разрезе чувствительное устройство 800 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения. Оно показано прикрепленным к той же самой изображенной на фиг. 14-16 анкерной штанге 702 штанговой крепи, установленной в шпуре 728, пробуренном в пластах 726 горной породы. Изображенное на фиг. 17 чувствительное устройство 800 содержит датчик 804 предварительного напряжения и датчик 806 избыточного напряжения. Эти датчики нагрузки по структуре и функциям подобны датчикам 704 и 706, изображенным на фиг. 14-16, с тем отличием, что датчик 806 избыточной нагрузки, изображенный на фиг. 17, содержит два чашеобразных упругих элемента 818 и 819. Эти чашеобразные упругие элементы 818 и 819 установлены на штанге 702 штанговой крепи в параллель и ориентированы зеркально друг относительно друга. Кроме того, чувствительное устройство 800 содержит также короткий второй трубообразный дистанционирующий элемент 809, расположенный между анкерной плитой 724 и парой чашеобразных упругих элементов 818 и 819. В остальном чувствительное устройство 800 по структуре и функциям подобно чувствительному устройству 700, изображенному на фиг. 14-16.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых чувствительное устройство оснащено только одним датчиком нагрузки (например, датчиком предварительного напряжения или датчиком избыточного напряжения). На фиг. 18 на виде сбоку схематично изображено установленное на анкерной штанге 902 штанговой крепи чувствительное устройство 900 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения чувствительное устройство 900 оснащено датчиком 904 предварительного напряжения, но датчик избыточного напряжения в его составе отсутствует. Кроме того, чувствительное устройство 900 содержит трубообразный дистанционирующий элемент 908, корпус 910 под электронику и плоскую шайбу 911. Упомянутая плоская шайба 911 прилегает к гайке 913 на штанге 902 штанговой крепи. Упомянутый датчик 904 предварительного напряжения содержит чашеобразный упругий элемент 912, расположенный между плоской шайбой 911 и дистанционирующим элементом 908. Электропроводный контактный элемент 914 установлен в корпусе 910 под электронику и частично выступает за пределы этого корпуса, при этом электропроводный контактный элемент 914 расположен с возможностью вступать в контакт с чашеобразным упругим элементом 912, когда этот чашеобразный упругий элемент 912 оказывается сжатым до плоского состояния. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения корпус 910 под электронику выполнен в виде кожуха 916, который прикреплен к корпусной панели 918. Эта корпусная панель 918 выполнена с возможностью пристегиваться к дистанционирующему элементу 908 для прикрепления корпуса 910 для электроники к дистанционирующему элементу 908. Корпус 910 под электронику может быть съемным и(или) заменяемым. Для разных размеров штанг штанговой крепи могут использоваться корпусные панели 918 разных размеров в сочетании с дистанционирующими элементами 908 разных размеров.

Электропроводный контактный элемент 914 расположен в кожухе 916. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения в кожухе 916 расположены также процессор 922, радиопередатчик 924 и батарея электропитания 926. На внешней периферии 930 кожуха 916 расположен свето-

излучающий диод 928. Упомянутые выше процессор 922, радиопередатчик 924, батарея электропитания 926 и светоизлучающий диод 928 выполняют те же функции, что и процессор 166, радиопередатчик 168, источник питания 170 и светоизлучающий диод 173 соответственно, относящиеся к чувствительному устройству 100, блок-схема которого изображена на фиг. 3. Изображенная на фиг. 18 штанга 902 штанговой крепи может быть также оснащена антенной 948 (показана на фиг. 18 и 21), которая соединена с радиопередатчиком 924 и предназначена для передачи сигналов (в частности, сигналов оповещения об аварийных состояниях), генерируемых радиопередатчиком 924.

На фиг. 18 штанга 902 штанговой крепи и чувствительное устройство 900 изображены в состоянии перед тем, как будет создано предварительное напряжение для установки штанги 902 штанговой крепи в шпуре 932, пробуренном в пластах 934 горной породы. После установки с предварительным напряжением чувствительное устройство 900 будет генерировать аварийные сигналы в случае потери предварительного напряжения в штанге.

На фиг. 19 корпус 910 для электроники и дистанционирующий элемент 908 чувствительного устройства, изображенного на фиг. 18, изображены на виде с торца. На фиг. 19 виден профиль дна корпусной панели 918. Корпусная панель 918 обеспечивает захват дистанционирующего элемента 908 с силой, достаточной для удержания корпуса 910 на предназначенном для него месте. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения дистанционирующий элемент 908 может образовывать некоторый канал, а корпусная панель 918 выполнена с возможностью скользить в этот канал, что способствует поддержанию положения корпусной панели 918.

На фиг. 20 на виде сбоку схематично изображены чувствительное устройство 900 и штанга 902 штанговой крепи, но при этом изображен также защитный колпак 944, покрывающий чувствительное устройство 900 с идентифицирующим знаком 946, удерживаемым гайкой 913. Этот идентифицирующий знак 946 может быть выполнен, например, из алюминия. На фиг. 20 можно видеть также анкерную плиту 941. Защитный колпак 944 подобен защитному колпаку 174, используемому со штангой 102, изображенной на фиг. 2. На фиг. 20 защитный колпак 944 показан в разрезе, чтобы были видны остальные компоненты чувствительного устройства 900, находящиеся под защитным колпаком 944.

На фиг. 21 чувствительное устройство 900 (вместе с защитным колпаком 944) и штанга 902 штанговой крепи изображены в аксонометрии. Кроме того, на фиг. 21 можно видеть антенну 948, которая соединена с радиопередатчиком 924, изображенным на фиг. 18.

На фиг. 22 на виде сбоку показано чувствительное устройство 1000 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения, прикрепленное к штанге 1002 (которая показана только частично) штанговой крепи. Это чувствительное устройство содержит датчик 1004 предварительного напряжения, дистанционирующий элемент 1008 и корпус 1010 под электронику. Этот корпус 1010 для электроники тоже присоединен к дистанционирующему элементу 1008, подобно тому, как это имеет место в случае чувствительного устройства 900, изображенного на фиг. 18 и 19. Датчик предварительного напряжения, опять же, содержит чашеобразный упругий элемент 1012, прилегающий к дистанционирующему элементу 1008, и электропроводный контактный элемент 1014, выступающий из корпуса 1010 для электроники и расположенный с обеспечением возможности вступать в контакт с чашеобразным упругим элементом 1012, когда этот чашеобразный упругий элемент 1012 приведен в плоское состояние. Несмотря на отсутствие на фиг. 22 гайки, пластов горной породы или анкерной плиты, которые могли бы обеспечить реальную силу сжатия чашеобразного упругого элемента 1012, чашеобразный упругий элемент 1012 на этом чертеже показан в плоском состоянии, что сделано в иллюстративных целях.

На фиг. 23 корпус 1010 для электроники и дистанционирующий элемент 1008 чувствительного устройства 1000, изображенного на фиг. 22, изображены на виде с торца. Как можно видеть на фиг. 23, корпус 1010 для электроники содержит главный кожух 1006 для вмещения электронных компонентов (не показаны) датчика и захват 1022 для удержания корпуса на дистанционирующем элементе 1008. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения корпус для электроники оснащен металлическими наклейками 1030, которые обеспечивают электрическое соединение между электронными компонентами, находящимися внутри корпуса 1010, и дистанционирующим элементом 1008, который выполнен из металла. Этот дистанционирующий элемент 1008 обеспечит электрическое соединение между корпусом 1010 и штангой 1002 штанговой крепи. Штанга 1002 штанговой крепи, в свою очередь, обеспечивает электрическое соединение для чашеобразного упругого элемента 1012, который тоже выполнен из металла. Таким образом, полностью замкнутая электрическая цепь для электронных компонентов, находящихся внутри корпуса 1010, обеспечивается, когда чашеобразный упругий элемент 1012 приходит в сжатое состояние и вступает в электрический контакт с электропроводным контактным элементом 1014 корпуса 1010. Кроме того, чувствительное устройство 1000 имеет в своем составе светоизлучающий диод 1040, который расположен на корпусе 1010. Чувствительное устройство 1000 генерирует выходной сигнал (например, световой или радиосигнал), информирующий о том, поддерживается или не поддерживается предварительное напряжение, аналогично тому, как это делают другие описываемые здесь чувствительные устройства. Упомянутые наклейки 1030 могут выдерживать электрическое напряжение, которое передается через дистанционирующий элемент 1008 и штангу 1002 штанговой крепи на чашеобразный упругий элемент 1012. Таким образом, электрическое напряжение может быть передано

через электропроводный контактный элемент 1014 на электронные компоненты (не показаны) в чувствительном устройстве 1000, когда чашеобразный упругий элемент 1012 приходит в сжатое состояние и вступает в электрический контакт с электропроводным контактным элементом 1014. Тем самым находящийся в корпусе для электроники процессор (не показан) или другой электронный компонент может определить, когда чашеобразный упругий элемент 1012 пришел в сжатое состояние и вступил в электрический контакт с электропроводным контактным элементом 1014.

Кроме того, чувствительное устройство 1000 содержит упорные элементы 1041 (например, резиновые), возвышающиеся на корпусе на одном уровне с электропроводным контактным элементом 1014 или несколько ниже его и предназначенные для предотвращения контакта корпуса 1010 под электронику с чашеобразным упругим элементом 1012.

На фиг. 24 на виде сбоку в разрезе изображено установленное на штанге 1102 штанговой крепи чувствительное устройство 1100 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения. Это чувствительное устройство 1100 структурно и функционально подобно чувствительному устройству 900, которое изображено на фиг. 18, и содержит датчик 1104 предварительного напряжения, трубообразный дистанционирующий элемент 1108 и корпус 1110 для электроники. Однако в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения датчик 1104 предварительного напряжения содержит три подобных чашеобразных упругих элемента 1112, которые расположены параллельно друг другу и ориентированы одинаково, как показано на фиг. 24. Эти три чашеобразных упругих элемента 1112 подобраны таким образом, чтобы они вместе сжимались до плоского состояния для обеспечения электрического контакта с электропроводным контактным элементом 1114 по достижении желаемого порогового значения предварительного напряжения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения дистанционирующий элемент 1108 на своем донном конце 1119 имеет выступающий вовне фланец 1118, а между этим фланцем 1118 и корпусом 1110 для электроники размещено резиновое О-образное уплотнительное кольцо 1120. При наличии предварительного напряжения это О-образное уплотнительное кольцо 1120 может слегка сжиматься (например, до 0,5 мм или до 1 мм), а электропроводный контактный элемент 1114 расположен таким образом, чтобы была обеспечена возможность такого сжатия О-образного уплотнительного кольца 1120, и при этом электропроводный контактный элемент 1114 все же вступает в электрический контакт с чашеобразными упругими элементами 1112 при приложении предварительного напряжения. На фиг. 24 показан также светоизлучающий диод 1140, расположенный на корпусе 1110 для электроники. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения вокруг штанги 1102 штанговой крепи между анкерной плитой 1124 и пластинами 1126 горной породы предусмотрено также О-образное уплотнительное кольцо 1122 из губчатой резины.

Возможны такие варианты осуществления предлагаемого изобретения, в которых датчик предварительного напряжения и(или) датчик избыточного напряжения не содержит электропроводного контактного элемента и(или) соответствующего чашеобразного упругого элемента. Например, могут быть использованы другие типы упругих сжимаемых элементов и механизмов срабатывания. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения в датчиках нагрузки могут быть использованы магнитные (а не электрические) механизмы срабатывания. Например, упругий сжимаемый элемент может приводить в действие магнитный датчик (и не требуется, чтобы упругий сжимаемый элемент вступал в электрический контакт с электропроводным контактным элементом).

В разных применениях могут быть желательны разные уровни точности или порога чувствительности для запуска сигнала оповещения об аварийном состоянии. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения для обеспечения желаемой точности и(или) порога чувствительности датчика нагрузки может варьироваться расстояние, которое проходит упругий сжимаемый элемент чувствительного устройства, будучи сжимаем. Размер корпуса для электроники (в котором в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения находятся электропроводные контактные элементы или другие компоненты датчика) тоже может варьироваться по размеру, по длине и(или) по положению на дистанционирующем элементе.

В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения в датчике предварительного напряжения и(или) в датчике избыточного напряжения для восприятия перемещения упругого сжимаемого элемента может использоваться сенсор близкой локации (например, емкостный сенсор близкой локации), а не электропроводный контактный элемент (такой как чашеобразный упругий элемент). Сенсор близкой локации может находиться в корпусе для электроники (вместо электропроводного контактного элемента) и может занимать относительно этого корпуса неизменное положение. Если используется больше одного сенсора близкой локации (например, один для датчика предварительного напряжения и еще один для датчика избыточного напряжения), то они могут быть настроены на порог чувствительности в отношении генерирования сигнала оповещения об аварийном состоянии независимо друг от друга.

Емкостный сенсор близкой локации может иметь конструктивный порог чувствительности относительно расстояния упругого сжимаемого элемента от датчика, который будет генерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии. Для датчика предварительного напряжения порог чувствительности может составлять расстояние, на которое может сместиться чашеобразный упругий элемент от сенсора

близкой локации (теряя сжатое состояние), прежде чем будет сгенерирован сигнал оповещения об аварийном состоянии. Для датчика избыточного напряжения порог чувствительности может составлять расстояние, на которое может приблизиться чашеобразный упругий элемент к сенсору близкой локации (сжимаясь), прежде чем будет сгенерирован сигнал оповещения об аварийном состоянии. Порог чувствительности может находиться, например, в диапазоне приблизительно от 1 до 2 мм, однако варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным значением порога чувствительности.

Для датчика предварительного напряжения характеристики и расположение сенсора близкой локации и чашеобразного упругого элемента могут выбираться таким образом, чтобы датчик предварительного напряжения воспринимал, когда чашеобразный упругий элемент находится в плоском состоянии (то есть когда упругий сжимаемый элемент сжат). Расстояние от находящегося в плоском состоянии чашеобразного упругого элемента до сенсора близкой локации может составлять, например, 4 мм. Тогда, если по причине потери предварительного напряжения чашеобразный упругий элемент расширится и уходит от сенсора близкой локации на расстояние от 1 до 2 мм, то сенсор близкой локации может сгенерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии. Для обеспечения необходимого зазора между чашеобразным упругим элементом (или упругим сжимаемым элементом другого типа) и сенсором близкой локации могут быть использованы регулировочные прокладки. Аналогично для датчика избыточного напряжения сенсор близкой локации может генерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии, если чашеобразный упругий элемент по причине сжатия пришел в плоское состояние, сместившись приблизительно на 4 мм от сенсора близкой локации. Должно быть понятно, что эти расстояния между чашеобразным упругим элементом и сенсором близкой локации приведены только для примера.

Каждая регулировочная прокладка может иметь толщину, например, менее 1 мм (например, 0,4 мм). Для разных вариантов применения могут быть использованы регулировочные прокладки разной толщины. Если чувствительное устройство генерирует ложные сигналы оповещения об аварийном состоянии, то для его перенастройки в отношении точности и(или) порога чувствительности датчика предварительного напряжения или датчика избыточного напряжения может потребоваться добавление или удаление регулировочных прокладок.

На фиг. 25 на виде сбоку в разрезе изображено чувствительное устройство 2500, установленное на штанге 2502 штанговой крепи, которая предназначена для установки в пластах 112 горной породы. Чувствительное устройство 2500 представляет собой модифицированную версию чувствительного устройства 100, изображенного на фиг. 2. Это чувствительное устройство 2500 содержит тот же датчик 122 избыточного напряжения, содержащий третий чашеобразный упругий элемент 150 и четвертый чашеобразный упругий элемент 152, а также соответствующий электропроводный контактный элемент 160. Что касается датчика 2520 предварительного напряжения, то в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения он тоже содержит первый чашеобразный упругий элемент 138 и второй чашеобразный упругий элемент 140. Но вместо электропроводного контактного элемента этот датчик предварительного напряжения содержит сенсор 2522 близкой локации, выполненный с возможностью воспринимать близкое положение первого чашеобразного упругого элемента 138. Этот сенсор 2522 близкой локации находится в корпусе 124 для электроники и соединен с процессором (не показан), находящимся в корпусе 124 для электроники, который аналогичен процессору 166 чувствительного устройства 100, изображенного на фиг. 2. Расположение и характеристики сенсора 2522 близкой локации выбраны таким образом, чтобы было обеспечено генерирование сигнала оповещения об аварийном состоянии, когда первый чашеобразный упругий элемент 138 находится в плоском состоянии (то есть сжат). Сенсор 2522 близкой локации расположен у конца корпуса 124 для электроники и в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения обращен к первому чашеобразному упругому элементу 138.

Для того чтобы обеспечить достаточное расстояние между сенсором 2522 близкой локации и первым чашеобразным упругим элементом 138, между дистанционирующим элементом 118 и первым и вторым чашеобразными упругими элементами 138 и 140 размещают дополнительные регулировочные прокладки (например, шайбы). Желаемое расстояние между сенсором 2522 близкой локации и первым чашеобразным упругим элементом 138 может варьироваться в зависимости от типа и технических характеристик сенсора 2522 близкой локации, и варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены каким бы то ни было конкретным расстоянием или конфигурацией.

Как говорилось выше, штанги штанговой крепи могут иметь различные размеры, в том числе различные диаметры. Штанга 2502 штанговой крепи, изображенная на фиг. 25 имеет диаметр меньший, чем штанга 102 штанговой крепи, изображенная на фиг. 2. Чтобы обеспечить для чувствительного устройства 2500 возможность использования со штангами штанговой крепи и того, и другого размера, используют сопрягающие шайбы 2532, 2534, 2536 и 2538 вместе с сопрягающей втулкой 2540. Размер первой сопрягающей шайбы 2532 выбран таким образом, чтобы был заполнен зазор между первым чашеобразным упругим элементом 138 и штангой штанговой крепи. А именно внутренний диаметр первой сопрягающей шайбы 2532 выбран таким образом, чтобы он был немного больше диаметра штанги 2502 штанговой крепи, а наружный диаметр первой сопрягающей шайбы 2532 выбран таким образом, чтобы он был немного меньше диаметра центрального отверстия 142 в первом чашеобразном упругом элементе 138. За-

тем первую сопрягающую шайбу 2532 устанавливают внутрь центрального отверстия 142 первого чашеобразного упругого элемента 138. Вторую сопрягающую шайбу 2534, третью сопрягающую шайбу 2536 и четвертую сопрягающую шайбу 2538 аналогично устанавливают внутрь второго чашеобразного упругого элемента 140, третьего чашеобразного упругого элемента 150 и четвертого чашеобразного упругого элемента 152 соответственно, как можно видеть на фиг. 25. Сопрягающая втулка 2540 представляет собой трубку, по размеру вмещающуюся между дистанционирующим элементом 118 и штангой 2502 штанговой крепи. Сопрягающая втулка 2540 показана пунктирными линиями, чтобы показать, что она невидима из-за дистанционирующего элемента 118. А именно наружный диаметр сопрягающей втулки 2540 немного меньше, чем внутренний диаметр дистанционирующего элемента 118, и немного больше, чем наружный диаметр штанги 2502 штанговой крепи. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения сопрягающая втулка 2540 короче, чем дистанционирующий элемент 118, но в других вариантах осуществления предлагаемого изобретения она может иметь большую длину (например, она может быть по длине равна дистанционирующему элементу 118). Сопрягающие шайбы 2532, 2534, 2536 и 2538 вместе с сопрягающей втулкой 2540 работают как сопрягающий комплект, обеспечивающий для одного чувствительного устройства возможность модификации с целью приспособления к работе со штангами штанговой крепи более одного размера (то есть возможность работать со штангой первого размера без сопрягающего комплекта и со штангой второго размера с сопрягающим комплектом).

Сопрягающие комплекты могут использоваться для работы со штангами штанговой крепи различных размеров. Стандартные дистанционирующие элементы и чашеобразные упругие элементы с размерами отверстий, приданными при изготовлении, могут быть приспособлены для работы со штангами штанговой крепи меньшего диаметра. Эта возможность обслуживать штанги меньших диаметров позволяет снизить стоимость производства чувствительных устройств. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какими бы то ни было конкретными величинами длины или диаметра штанг штанговой крепи. В качестве примера можно привести следующие величины наружного диаметра штанги штанговой крепи: 22 мм, 30 мм, приблизительно 19 мм (3/4 дюйма), приблизительно 16 мм (5/8 дюйма).

Описанные здесь различные варианты осуществления чувствительных устройств согласно предлагаемому изобретению содержат в составе датчиков нагрузки механические упругие сжимаемые элементы (например, чашеобразные упругие элементы), и такие датчики могут быть относительно простыми и недорогими в изготовлении и установке по сравнению с известными датчиками. Чувствительное устройство может быть использовано с некоторыми штангами штанговой крепи (например, со штангами анкерного типа) без необходимости модифицировать штангу или способ установки. Чувствительное устройство может быть простым в установке и регулировке, и при установке может не требовать применения калибровочных приборов. Чувствительное устройство может быть способно выдерживать нагрузку, превышающую пороговое значение избыточного напряжения для штанги штанговой крепи. Датчики нагрузки могут быть устойчивы к повреждениям и обеспечивать достаточно стабильное срабатывание несмотря на изменение температуры, влажности и энергетических уровней. Как описывалось выше, для питания чувствительного устройства батареи электропитания может хватить на период от 25 до 50 лет. Для отправки выходных сигналов, генерируемых чувствительным устройством, могут быть использованы различные коммуникационные протоколы. Следует иметь в виду, что в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения корпус для электроники может быть снят и заменен без ослабления предварительного напряжения в штанге штанговой крепи. Чувствительное устройство может быть недорогим, и его механические компоненты могут быть легко подняты и приведены в готовность и(или) отрегулированы пользователем. Используемые в некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения чашеобразные упругие элементы могут быть снабжены цветовым кодом, обозначающим их нагрузочную способность для помощи в процессе сборки.

Описываемые здесь чувствительные устройства могут изготавливаться из различных материалов. Например, чашеобразные упругие элементы могут быть выполнены из стали, пластмассы или других материалов, обеспечивающих упругое поведение. Могут быть использованы и другие типы упругих сжимаемых элементов, имеющие такие же характеристики, что и чашеобразные упругие элементы.

Описываемые здесь чувствительные устройства могут иметь модульное строение, что позволяет использовать относительно немногочисленный инвентарь стандартных устройств для построения большого количества вариаций, в том числе с различными геометрическими характеристиками, и устанавливать желаемые пороговые значения предварительного напряжения и избыточного напряжения в соответствии с требованием охватить обслуживанием максимум различных штанг штанговой крепи и вариантов нагрузки при минимуме инвентаря стандартных модулей. Например, для регулирования желаемых пороговых значений для штанг штанговой крепи можно выбирать чашеобразные упругие элементы с разными нагрузочными характеристиками. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения могут быть выбраны сменные чашеобразные упругие элементы, что позволяет модифицировать чувствительное устройство той же конструкции для ряда пороговых значений предварительного напряжения и избыточного напряжения. Такие чашеобразные упругие элементы могут представлять собой стандартные

детали, которые могут быть затем использованы для адаптации чувствительных устройств. На основе наличных деталей (например, чашеобразных упругих элементов) чувствительные устройства могут собираться или модифицироваться в производственных условиях, и для их адаптации может не потребоваться никакой электронной регулировки, благодаря чему упрощается процесс адаптации и(или) конфигурирования. Для использования во многих других применениях известные датчики могут требовать существенного изменения конструкции, пересмотра схемных решений или адаптации. Следует иметь в виду что чувствительные устройства нескольких типов, которые описаны выше, могут быть установлены для использования во многих прикладных применениях с различными уровнями допустимых значений избыточного напряжения и предварительного напряжения. Модульное строение чувствительных устройств позволяет (путем замены чашеобразных упругих элементов или других упругих сжимаемых элементов) регулировать уровни пороговых значений может упростить процесс сборки и установки, а также производственные расходы по сравнению с известными датчиками нагрузки. Модульное строение и адаптивность чувствительных устройств согласно некоторым описываемым здесь вариантам их осуществления позволяет также обеспечить облегчение управления запасами. Эти возможные преимущества проявляются более явно в случае систем из большого количества штанг штанговой крепи.

Штанги штанговой крепи часто устанавливают группами, и штанги могут различаться типами и размерами, а также величинами предварительного напряжения и избыточного напряжения от группы к группе или даже от штанги к штанге. Информация по установке, относящаяся к каждой отдельной штанге штанговой крепи, может храниться в центральном управляющем устройстве (например, в таком как центральное управляющее устройство 62, изображенное на фиг. 1). При временном использовании групп штанг штанговой крепи вблизи мест производства взрывных работ чувствительные устройства могут быть сняты для повторного использования в следующей временной группе штанг штанговой крепи. В составе чувствительного устройства может находиться датчик динамической нагрузки, выполненный с возможностью давать информацию о сейсмических подвижках и сотрясениях и вибрациях от взрывов в месте установки штанги штанговой крепи. Такая информация может храниться в центральном управляющем устройстве.

Чувствительные устройства согласно некоторым описываемым здесь вариантам осуществления предлагаемого изобретения могут продолжать работать и после генерирования сигнала оповещения об аварийном состоянии, состоящем в превышении порогового значения избыточного напряжения, и некоторое дальнейшее увеличение нагрузки не может повлиять на датчик или на штангу штанговой крепи. Пока штанга не сместилась или не разрушилась, упругий сжимаемый элемент датчика избыточного напряжения все же может принять прежнее состояние, если нагрузка уменьшится. Центральное управляющее устройство (например, такое как центральное управляющее устройство 62, изображенное на фиг. 1) может зарегистрировать случившееся событие возникновения избыточного напряжения и определить, где оно случилось.

Для учета отклонений или допусков при установке оборудования (например, толкающих или затягивающих (крутящим моментом) устройств) с целью повышения эффективности процесса установки для порогового значения предварительного напряжения и(или) избыточного напряжения могут быть предусмотрены пороги чувствительности.

Описываемые здесь чувствительные устройства могут быть влагозащищенными, и(или) корпус под электронику может быть загерметизирован, так чтобы чувствительное устройство можно было использовать в подводном положении (например, в дамбе или на гидроэлектростанции). В таком погружном исполнении чувствительное устройство может быть соединено с находящимся на поверхности управляющим устройством для передачи информации о состоянии (сигналов оповещения об аварийном состоянии и т.д.) с помощью проводного соединения. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения описываемые здесь чувствительные устройства могут иметь степень водонепроницаемости по стандарту Международной электротехнической комиссии (МЭК) IP 68 на глубине до 300 футов (91,44 м). В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения чувствительные устройства могут иметь степень водонепроницаемости по стандарту МЭК IP 68 на глубине до 1000 футов (304,8 м).

Описываемые здесь чувствительные устройства могут иметь различные размеры. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения наружный диаметр чувствительного устройства может составлять, например, 3 дюйма (7,62 см). В одном из вариантов между анкерной плитой и гайкой анкерной штанги штанговой крепи может потребоваться зазор величиной приблизительно 2,5 дюйма (6,35 см).

На фиг. 26А на виде сбоку изображена штанга 2602 штанговой крепи с чувствительным устройством 2600, которое подобно другим чувствительным устройствам, описанным выше. Штанга 2602 штанговой крепи установлена под углом (к поверхности 2620 пластов 2622 горной породы) в шпуре 2610. Для создания поверхности 2613, которая была бы практически перпендикулярна чувствительному устройству 2600 и в которую чувствительное устройство 2600 могло бы упираться, между анкерной плитой 2612 и чувствительным устройством 2600 введена клиновидная вставка 2604, имеющая треугольную боковую проекцию.

На фиг. 26В на виде сбоку изображены штанга 2602 с чувствительным устройством 2600, установ-

ленная в шпуре 2610 тоже под углом. В этом варианте осуществления предлагаемого изобретения анкерная плита 2614 представляет собой стандартную самоустанавливающуюся анкерную плиту с чашеобразной центральной частью 2615. Под упомянутой чашеобразной центральной частью 2615 между анкерной плитой 2614 и чувствительным устройством 2600 введена вставка 2613, создающая поверхность 2617, которая практически перпендикулярна чувствительному устройству 2600 и в которую чувствительное устройство 2600 упирается.

На фиг. 27А и 27В на виде сбоку и на виде сверху соответственно схематично изображена клиновидная вставка 2604, которую можно видеть на фиг. 26А. Для достижения наилучшего расположения чувствительного устройства может быть использована любая подходящая клиновидная вставка.

Пространство между защитным колпаком чувствительного устройства и внутренними компонентами под ним (например, корпусом для электроники и т.д.) может быть заполнено упругим полимерным материалом. Этот заполняющий материал может амортизировать ударные воздействия на электронные и другие компоненты чувствительного устройства. Могут быть смягчены, например, такие ударные воздействия, как воздействия производимых поблизости взрывов.

Далее со ссылками на прилагаемые чертежи фиг. 28-33 будет описываться чувствительное устройство для штанги штанговой крепи согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения.

На фиг. 28 на виде сбоку изображено установленное на штанге 2802 штанговой крепи чувствительное устройство 2800 согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения. Штанга 2802 штанговой крепи изображена только для примера, и чувствительное устройство 2800 может быть использовано также со штангами других типов. Чувствительное устройство 2800 содержит первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804, второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 и расположенный между ними корпус 2808 для электроники тороидальной формы. На штанге 2802 штанговой крепи насажен дистанционирующий элемент 2810 (можно видеть на фиг. 29), который установлен между первым конусным тарельчатым упругим элементом 2804 и вторым конусным тарельчатым упругим элементом 2806. Тороидальный корпус 2808 расположен вокруг дистанционирующего элемента 2810. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения чувствительное устройство 2800 в качестве дополнительных компонентов содержит первую шайбообразную пластину 2812 и вторую шайбообразную пластину 2814, сквозь которые продета штанга 2802 штанговой крепи и которые упираются в первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 и второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 соответственно.

Кроме того, на фиг. 28 изображена анкерная плита 2816, которая будет упираться в скальную породу, когда штанга 2802 штанговой крепи будет установлена в шпуре. Между анкерной плитой 2816 и чувствительным устройством 2800 установлен чашеобразный элемент 2818, который способствует равномерному распределению действующих на чувствительное устройство 2800 сил, когда штанга 2802 штанговой крепи установлена не перпендикулярно поверхности скалы.

При возникновении напряжения в штанге 2802 штанговой крепи гайка 2820 оказывает давление на первую шайбообразную пластину 2812, которая, в свою очередь, передает давление на первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804. Чашеобразный элемент 2818 оказывает давление на вторую шайбообразную пластину 2814, которая, в свою очередь, передает давление на второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806. Шайбообразные пластины 2812 и 2814 могут поспособствовать распределению напряжения по периферии упомянутых конусных тарельчатых упругих элементов 2804 и 2806.

На фиг. 29 чувствительное устройство 2800 изображено в аксонометрии с разнесением деталей. На фиг. 29 первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 и второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806, а также первая шайбообразная пластина 2812 и вторая шайбообразная пластина 2814 удалены, так что видны другие компоненты чувствительного устройства 2800. Как можно видеть на фиг. 29, дистанционирующий элемент 2810 является разделяемым на первую часть 2822а дистанционирующего элемента и вторую часть 2822b дистанционирующего элемента. Подобным образом корпус 2808 для электроники является разделяемым на первую часть 2824а корпуса и вторую часть 2824b корпуса, которые выполнены с возможностью пристыковываться друг к другу или соединяться иным образом, образуя целый корпус 2808 для электроники. Кроме того, чувствительное устройство 2800 содержит электронную плату 2825 (например, печатную плату), которая установлена внутри корпуса 2808 и содержит схему, о которой будет сказано ниже. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения электронная плата 2825 имеет форму шайбы, чтобы была обеспечена возможность размещения ее внутри корпуса 2808 для электроники, который имеет форму тора, хотя варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какой бы то ни было конкретной механической конструкцией электронных компонентов, в том числе механической конструкцией этой электронной платы.

Когда чувствительное устройство 2800 находится в собранном состоянии, дистанционирующий элемент 2810 по большей части закрыт корпусом 2808, но его противолежащие друг относительно друга первый конец 2826 дистанционирующего элемента и второй конец 2828 дистанционирующего элемента выступают от корпуса 2808. Первая часть 2822а дистанционирующего элемента имеет сквозное отверстие 2829 для продевания штанги штанговой крепи (например, такой как штанга 2802, изображенная на

фиг. 28). Первая часть 2822а дистанционирующего элемента у первого конца 2826 дистанционирующего элемента образует первый пониженный кольцеобразный пояс 2830. Первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 размещается на первом конце 2826 дистанционирующего элемента поверх первого пониженного кольцеобразного пояса 2830. Первая часть 2822а дистанционирующего элемента образует также наружное кольцо 2831, а также второй пониженный кольцеобразный пояс 2832 и третий пониженный кольцеобразный пояс 2833.

Первая часть 2824а корпуса имеет сквозное отверстие 2834, сквозь которое проходит первый конец 2826 дистанционирующего элемента (когда чувствительное устройство находится в собранном состоянии). Край отверстия 2834 пригнан снаружи ко второму пониженному кольцеобразному поясу 2832 дистанционирующего элемента 2810. Первая часть 2824а корпуса имеет первую лицевую поверхность 2836а, которая обращена к первому конусному тарельчатому упругому элементу 2804. Кверху от упомянутой первой лицевой поверхности 2836а простирается кольцеобразный выступ 2838а, предназначенный для контакта с первым конусным тарельчатым упругим элементом 2804, когда последний сжат. Вторая часть 2824b корпуса имеет вторую лицевую поверхность 2836b, которая по расположению противоположна первой лицевой поверхности 2836а и обращена ко второму конусному тарельчатому упругому элементу 2806 и имеет аналогичный кольцеобразный выступ 2838b (виден на фиг. 30).

Кроме того, чувствительное устройство 2800 содержит первое электропроводное кольцо 2840а, цилиндрические винтовые пружины 2842а и дугообразные пружины 2844а. Эти дугообразные пружины 2844а относятся к пластинчатым пружинам и выполнены в виде изогнутой упругой металлической полоски. Упомянутое электропроводное кольцо 2840а расположено под первой лицевой поверхностью 2836а первой части 2824а корпуса и напротив кольцеобразного выступа 2838а. Упомянутые цилиндрические винтовые пружины 2842а расположены на расстоянии друг от друга вдоль электропроводного кольца 2840а, простираясь между этим электропроводным кольцом 2840а и электронной платой 2825. То есть цилиндрические винтовые пружины 2842а находятся в контакте с электропроводным кольцом 2840а и соединены со схемой на электронной плате 2825. Дугообразные пружины 2844а тоже соединены со схемой на электронной плате 2825 и расположены на расстоянии друг от друга и согласованы по расположению с электропроводным кольцом 2840а.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения корпус 2808 является гибким и упругим. Сжатие первого конусного тарельчатого упругого элемента 2804 приводит к тому, что этот первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 оказывает давящее усилие на кольцеобразный выступ 2838а корпуса 2808 и прогибает первую лицевую поверхность 2836 внутрь. Когда корпус 2808 не подвергнут гибкой упругой деформации (то есть когда первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 не сжат), расположение дугообразных пружин 2844а таково, что они простираются частично от электронной платы 2825 в направлении к электропроводному кольцу 2840а. Однако прогиб первой лицевой поверхности 2836 корпуса 2808 внутрь приводит электропроводное кольцо 2840а в контакт с одной или большим числом дугообразных пружин 2844а. По причине упругих свойств корпуса 2808 и цилиндрических винтовых пружин 2842а контакт между электропроводным кольцом 2840а и дугообразными пружинами 2844а будет прерван, как только первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 снова придет в несжатое состояние. Таким образом, электропроводное кольцо 2840а и дугообразные пружины 2844а представляют собой электропроводные контактные элементы, которые вместе с цилиндрическими винтовыми пружинами 2842а работают как выключатель, переходящий во включенное состояние при сжатии первого конусного тарельчатого упругого элемента 2804 (происходит замыкание контактных элементов).

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 сжимается с приведением во включенное состояние выключателя, как описано выше, при достижении заданного значения предварительного напряжения. Таким образом, первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 в комбинации с электронной схемой 2825, электропроводным кольцом 2840а, цилиндрическими винтовыми пружинами 2842а и дугообразными пружинами 2844а работают как датчик предварительного напряжения.

Чувствительное устройство 2800 содержит также второе электропроводное кольцо 2840b, цилиндрические винтовые пружины 2842b и дугообразные пружины 2844b, которые расположены между второй частью 2824b корпуса и электронной платой 2825 зеркально симметрично тому, как это имеет место для первого электропроводного кольца 2840а, цилиндрических винтовых пружин 2842а и дугообразных пружин 2844а. Второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 выбран таким образом, чтобы он приходил в сжатое состояние при заданном значении избыточного напряжения. Таким образом, второе электропроводное кольцо 2840b и дугообразные пружины 2844b являются электропроводными контактными элементами, которые работают как выключатель, переходящий во включенное состояние при сжатии второго конусного тарельчатого упругого элемента 2806 (происходит замыкание контактных элементов).

В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения по меньшей мере один из электропроводных контактных элементов, которые приходят в контакт, когда происходит сжатие конусного тарельчатого упругого элемента (или упругого сжимаемого элемента другого типа), может быть реализован не в виде кольца или пружины. Для реализации электропроводных контактных элементов могут быть

использованы другие конструктивные решения, в которых два или большее число электропроводных контактных элементов не вступают в контакт (электрическая цепь разомкнута), когда упругий сжимаемый элемент не сжат, и вступают в контакт (электрическая цепь замкнута), когда упругий сжимаемый элемент сжат.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения с электронной платой 2825 соединен размещенный внутри корпуса 2808 источник питания 2846 (например, аккумуляторная батарея) чувствительного устройства 2800.

На фиг. 30 на виде сбоку в разрезе изображено в собранном виде чувствительное устройство 2800, установленное на штанге 2802 штанговой крепи. В этом варианте осуществления предлагаемого изобретения вместо шайбообразных пластин 2812 и 2814, использованных в варианте, проиллюстрированном на фиг. 28, использованы пластины 2848a и 2848b. Пластины 2848a и 2848b, которые можно видеть на фиг. 30, меньше и тоньше упомянутых шайбообразных пластин 2812 и 2814, показанных на фиг. 28. На фиг. 30 можно видеть расположение внутри корпуса 2808 электропроводных колец 2840a и 2840b, цилиндрических винтовых пружин 2842a и 2842b, дугообразных пружин 2844a и 2844b, электронной платы 2825 и частей 2822a и 2822b дистанционирующего элемента.

Должно быть понятно, что электропроводные кольца 2840a и 2840b, цилиндрические винтовые пружины 2842a и 2842b и дугообразные пружины 2844a и 2844b - это всего лишь детали, используемые в одном из возможных вариантов осуществления предлагаемого изобретения. Конструкция электропроводных контактных элементов, используемых для создания включателей, срабатывающих, когда упругий сжимаемый элемент (например, конический тарельчатый упругий элемент) приходит в сжатое состояние, может быть различной. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какой бы то ни было конкретной конструкцией включателя. Как уже было сказано выше, могут быть использованы также немеханические включатели, например, выполненные на основе сенсоров близкой локации.

Далее работа чувствительного устройства 2800 будет описана более подробно со ссылками на фиг. 31-33.

На фиг. 31 изображена электронная схема 3100 чувствительного устройства 2800, оснащенного микроконтроллером 2860. Электронная схема 3100 частично или полностью может быть реализована на электронной плате 2825, которую можно видеть на фиг. 29 и 30. Микроконтроллер 2860 может содержать один или большее число процессоров и запоминающее устройство, выполненные с возможностью осуществлять описываемые здесь функции. Например, запоминающее устройство выполнено с возможностью хранить команды, выполняемые процессором, выполнение которых обеспечивает выполнение описываемых здесь функций. Может быть использована любая подходящая комбинация аппаратного и программного обеспечения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения микроконтроллер содержит также схему передатчика для генерирования выходного сигнала, передаваемого беспроводным способом через антенну ANT.

Микроконтроллер 2860 имеет следующие входы: вход INT SW включателя по превышению допустимого уровня вибраций, вход NC SW включателя по предварительному напряжению и вход NO SW включателя по избыточному напряжению. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения включатель по предварительному напряжению является нормально замкнутым (NC), а включатель по избыточному напряжению является нормально разомкнутым (NO).

Как будет более подробно объяснено далее, появление активного сигнала на входе NC SW включателя по предварительному напряжению указывает на то, что потеряно предварительное напряжение (то есть первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804, который можно видеть на фиг. 30, находится в несжатом состоянии). При этом микроконтроллер 2860 будет генерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии, состоящем в потере предварительного напряжения, для передачи через антенну ANT. Как будет более подробно объяснено далее, появление активного сигнала на входе NO SW включателя по избыточному напряжению указывает на возникновение в штанге штанговой крепи избыточного напряжения (то есть второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806, который можно видеть на фиг. 30, находится в сжатом состоянии). При этом микроконтроллер 2860 будет генерировать сигнал оповещения об аварийном состоянии, состоящем в возникновении избыточного напряжения для передачи через антенну ANT. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения появление активного сигнала на входе INT SW включателя по превышению допустимого уровня вибраций обусловлено тем, что встроенный сейсмоприемник 2870 (можно видеть на фиг. 32) генерирует выходной сигнал, свидетельствующий о наличии вибраций (например, выше определенного порогового уровня). По получении этого входного сигнала микроконтроллер 2860 генерирует сигнал, информирующий о том, что имеют место недопустимые вибрации.

Микроконтроллер 2860 может также генерировать выходной сигнал LED OUT для приведения в действие одного или большего числа светоизлучающих диодов или других источников света и(или) управления ими для обеспечения визуальной индикации, как описывалось выше. Например, микроконтроллер 2860 может заставить светоизлучающий диод мигать при первоначальной установке предельного напряжения. Кроме того, управление каким-либо светоизлучающим диодом может осуществляться таким образом, чтобы он сигнализировал об аварийном состоянии (например, цветом свечения,

миганием и т. д.). В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения микроконтроллер 2860 имеет в своем составе схему радиопередатчика 2861. Эта схема радиопередатчика 2861 выполнена с возможностью передавать выходные сигналы на антенну ANT.

Для электропитания электронной схемы 3100 и предусмотрены входы подводимого электрического напряжения VIN; на фиг. 31 можно видеть также соединения электронных схем с "землей" GND. В некоторых вариантах осуществления предлагаемого изобретения заземление электронных схем может быть отключено. Отключение заземления может поспособствовать предотвращению могущих повлиять на электронные схемы помех от среды, в которой установлена штанга штанговой опоры (это могут быть, например, пласты горной породы).

На фиг. 31 показана линия I2C PWR, по которой подается электропитание к линиям передачи данных на шине межсоединений интегральных схем между сейсмоприемником 2870 (можно видеть на фиг. 32) и микроконтроллером 2860. Когда желательно перевести чувствительное устройство в спящий режим с целью экономии энергии, можно отсоединить нагрузочные повышающие резисторы. Шина межсоединений интегральных схем может требовать большого повышения электрического напряжения, поэтому отсоединение этих резисторов, когда чувствительное устройство находится в спящем режиме, может сэкономить значительное количество энергии.

Шину межсоединений интегральных схем между сейсмоприемником 2870 (можно видеть на фиг. 32) и микроконтроллером 2860 составляют линия SDA последовательного ввода данных и линия SCL последовательных синхроимпульсов. Эти линии выполнены с возможностью обеспечивать связь с сейсмоприемником 2870 для получения информации о воспринимаемых вибрациях. Кроме того, линии SDA и SCL можно использовать для установки порогового значения вибраций в процессе эксплуатации.

На фиг. 31 можно видеть также входные узлы главного триггера сброса MCLR, программных данных PGD1 и программных часов PGC1, которые являются входными узлами программирования процессора. Эти входные узлы могут использоваться для первоначальной загрузки в процессор 2860 программного кода, чтобы обеспечить его надлежащее функционирование. Программный код может быть загружен в процессор 2860, например, в процессе сборки чувствительного устройства.

На схеме, представленной на фиг. 31, Y1 - это кварцевый генератор, используемый схемой внутреннего радиопередатчика 2681 для генерирования модулирующей частоты для беспроводной связи. Частота этого кварцевого генератора может составлять, например, 933 МГц.

На схеме, представленной на фиг. 31, R1 и R2 - это нагрузочные повышающие резисторы в линиях шины I2C. Эти резисторы используются для поддержания уровня сигнала, когда все устройства молчат.

На схеме, представленной на фиг. 31, C1 - это фильтрующий конденсатор в линии питания микроконтроллера 2860, назначение которого состоит в уменьшении помех от генераторных схем, в частности, от кварцевого генератора Y1.

На схеме, представленной на фиг. 31, L1 и L2 - это подстроенные катушки индуктивности, а C2, C3 и C4 - это подстроенные конденсаторы. Эти подстроенные катушки индуктивности L1 и L2 и подстроенные конденсаторы C2, C3 и C4 обеспечивают для антенны ANT возможность работать на частоте 933 МГц.

На фиг. 32 изображена схема 3200 для генерирования сигналов на вход INT SW выключателя по превышению допустимого уровня вибраций, вход NC SW выключателя по предварительному напряжению и вход NO SW выключателя по избыточному напряжению микроконтроллера 2860, изображенного на фиг. 31. На фиг. 32 изображены трехосный сейсмоприемник 2870, выключатель 2872 по предварительному напряжению, выключатель 2874 по избыточному напряжению, транзистор 2876 типа p-n-p, имеющий эмиттер E, базу B и коллектор C. Образующей прямоугольник 2880 пунктирной линией охвачена часть схемы 3200, которая в целом может считаться датчиком предварительного напряжения. Образующей прямоугольник 2882 пунктирной линией охвачена часть схемы 3200, которая в целом может считаться датчиком избыточного напряжения. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения схема 3200 частично или целиком, за исключением механических выключателя 2872 по предварительному напряжению и выключателя 2874 по избыточному напряжению, может быть реализована на электронной плате 2825, которая показана на фиг. 29 и 30.

Как упоминалось выше, сейсмоприемник 2870 генерирует сигнал на входе INT SW (вход выключателя по превышению допустимого уровня вибраций) микроконтроллера, если он воспринимает вибрации (например, превышающие некоторое пороговое значение).

Выключатель 2872 по предварительному напряжению содержит первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804, электропроводное кольцо 2840а, цилиндрические винтовые пружины 2842а и дугообразные пружины 2844а, которые можно видеть на фиг. 30. Когда первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 находится в несжатом состоянии, контактные элементы выключателя 2872 по предварительному напряжению разомкнуты. Когда первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 сжат до такой степени, что соответствующее электропроводное кольцо 2840а вступает в контакт с одним или большим числом дугообразных пружин 2844а, контактные элементы выключателя 2872 по предварительному напряжению замыкаются. Пока контактные элементы выключателя 2872 по предварительному напряжению находятся в замкнутом состоянии, питание будет подаваться через этот выключатель 2872 по

предварительному напряжению на базу В р-п-р транзистора 2876, что препятствует прохождению от эмиттера Е тока через транзистор 2876. Поэтому в этом состоянии датчика 2880 предварительного напряжения нет потребления энергии от входа подводимого электрического напряжения VIN1. Когда предварительное напряжение в штанге 2802 штанговой крепи ослабевает, первый конусный тарельчатый упругий элемент 2804 приходит в несжатое состояние, размыкая контактные элементы включателя 2872 по предварительному напряжению, в результате чего прекращается подача питания базы В р-п-р транзистора 2876. Теперь через этот транзистор 2876 потечет ток и будет сгенерирован сигнал на входе NC SW включателя по предварительному напряжению микроконтроллера 2860, изображенного на фиг. 31. При этом датчик 2880 предварительного напряжения генерирует выходной сигнал в виде сигнала на входе NC SW включателя по предварительному напряжению микроконтроллера 2860. Резисторы R7 и R6 являются резисторами смещения для поддержания сигналов в желательном состоянии, пока его не изменит включатель 2872 по предварительному напряжению. D1, D2 и D3 - это диоды для создания однополярного сигнала INT SW для микроконтроллера 2860, который не создавал бы помех для других сигналов.

Включатель 2874 по избыточному напряжению содержит второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806, электропроводное кольцо 2840b, цилиндрические винтовые пружины 2842b и дугообразные пружины 2844b, которые можно видеть на фиг. 30. Когда второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 находится в несжатом состоянии, контактные элементы включателя 2874 по избыточному напряжению разомкнуты. Когда второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 сжимается до такой степени, что соответствующее электропроводное кольцо 2840b вступает в контакт с одним или большим числом дугообразных пружин 2844b, контактные элементы включателя 2874 по избыточному напряжению замыкаются. Пока контактные элементы включателя 2874 по избыточному напряжению находятся в разомкнутом состоянии, электропитание не будет поступать от входа подводимого электрического напряжения VIN2. Поэтому в этом состоянии датчик 2882 избыточного напряжения не будет потреблять энергии. Когда штанга штанговой крепи будет испытывать избыточное напряжение, второй конусный тарельчатый упругий элемент 2806 приходит в плоское состояние и замыкает контактные элементы включателя 2874 по избыточному напряжению, что открывает путь поступлению электропитания. Теперь через включатель 2874 по избыточному напряжению течет электрический ток и имеет место генерирование выходного сигнала в виде сигнала на входе NO SW включателя по избыточному напряжению микроконтроллера 2860. Резистор R4 - это еще один резистор смещения для поддержания сигналов NO SW в желательном состоянии, пока его не изменит включатель 2874 по избыточному напряжению.

При таком решении схемы датчика 2880 предварительного напряжения и датчика 2882 избыточного напряжения могут потреблять энергию только при наличии аварийного состояния (в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения это потеря предварительного напряжения, возникновение избыточного напряжения, или получение от сейсмоприемника сигнала о превышении уровня вибраций). То есть, при таком решении обеспечена экономия энергии, что способствует продлению срока службы чувствительного устройства. Микроконтроллер 2860 (можно видеть на фиг. 31) остается в "спящем" режиме, пока не возникнет сигнал на одном из входов NC SW, NO SW или INT SW. Как только сигнал на одном из этих входов появится, микроконтроллер 2860 выйдет из "спящего" режима и передаст информацию о состоянии через антенну ANT и (или) высветит соответствующий условный знак с помощью светоизлучающих диодов LED (см. фиг. 33). После этого процессор может снова возвратиться в "спящий" режим. На основе заданных параметров микроконтроллер 2860 может "просыпаться" и посылать сигнал оповещения об аварийном состоянии беспроводным способом и (или) высвечивать с помощью светоизлучающих диодов до тех пор, пока проблема не будет устранена. Упомянутые параметры могут быть как предварительно программируемыми, так и настраиваемыми.

Как говорилось выше, линии SDA и SCL составляют шину межсоединений интегральных схем между сейсмоприемником 2870 и микроконтроллером 2860 (см. фиг. 31). Конденсатор C5 является фильтрующим конденсатором для линии VIN3 электропитания сейсмоприемника 2870. Назначение этого фильтрующего конденсатора C5 состоит в уменьшении помех от генераторных схем, в частности, от кварцевого генератора Y1 (см. фиг. 31).

На фиг. 32 показана также линия электропитания VIN3 сейсмоприемника 2870.

На фиг. 33 в качестве примера изображена схема 3300 светоизлучающих диодов для чувствительного устройства 2800. Выходной сигнал LED OUT от микроконтроллера 2860 (см. фиг. 31) включает и выключает первый светоизлучающий диод LED1 и второй светоизлучающий диод LED2 заданным образом в зависимости от текущего состояния чувствительного устройства 2800. Хотя на фиг. 28-30 это и не отражено, однако должно быть понятно, что на чувствительном устройстве 2800 в том или ином месте может быть установлен один или большее число светоизлучающих диодов или источников света другого типа. В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения резисторы R7 и R8 являются токоограничивающими резисторами, назначение которых состоит в ограничении электрического тока, протекающего от процессора через светоизлучающие диоды, для предотвращения повреждения последних.

Электрические схемы 3100, 3200 и 3300, изображенные на фиг. 31-33 соответственно, приведены только в качестве примеров. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены этими

конкретными электрическими схемами. В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения один или большее число элементов электрических схем 3100, 3200 и 3300 может быть заменен другим или опущен. Для реализации описанной здесь работы чувствительного устройства могут быть использованы также другие электрические схемы.

Должно быть понятно, что некоторые варианты осуществления предлагаемого изобретения могут быть получены путем комбинирования нескольких решений, описанных выше. Варианты осуществления предлагаемого изобретения не ограничены какими бы то ни было конкретными решениями, способами или устройствами, раскрытыми в настоящем описании. Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что в пределах объема предлагаемого изобретения возможны вариации и модификации вариантов осуществления предлагаемого изобретения, описанных выше. Поэтому должно быть понятно, что в пределах объема предлагаемого изобретения, определяемого формулой изобретения, раскрытая здесь информация на практике может быть использована иначе, чем описано здесь.

Описанное выше - это только иллюстрация применения принципов предлагаемого изобретения. Без выхода за пределы объема предлагаемого изобретения специалистами соответствующего профиля могут быть воплощены другие решения и способы.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Чувствительное устройство (2800) для анкерной штанги (2808), содержащее дистанционирующий элемент (2810), имеющий первый конец (2826) и противолежащий ему второй конец (2828), при этом в дистанционирующем элементе (2810) выполнен сквозной канал (2829), проходящий в осевом направлении дистанционирующего элемента от его первого конца (2826) до его второго конца (2828) для пропускания сквозь него анкерной штанги (2802),

корпус (2808), по меньшей мере, частично охватывающий дистанционирующий элемент (2810), по меньшей мере один датчик предварительного напряжения, расположенный вблизи первого или второго конца дистанционирующего элемента (2810), и по меньшей мере один датчик избыточного напряжения, расположенный вблизи соответственно второго или первого конца дистанционирующего элемента (2810),

причем каждый из датчиков предварительного напряжения и датчиков избыточного напряжения содержит упругий сжимаемый элемент (2804, 2806), расположенный вне корпуса (2808), и соответствующий выключатель, расположенный напротив соответствующего сжимаемого элемента (2804, 2806) внутри корпуса (2808),

при этом каждый из сжимаемых элементов (2804, 2806) выполнен с возможностью сжатия его в осевом направлении дистанционирующего элемента (2810) в качестве реакции на соответствующее пороговое значение нагрузки, каждый выключатель содержит по меньшей мере первый электропроводный контактный элемент (2842a) и второй электропроводный контактный элемент (2844a), выполненные так, что сжатие соответствующего сжимаемого элемента как реакция на нагрузку с соответствующим пороговым значением приводит к электрическому контакту между первым контактным элементом (2842a) и вторым контактным элементом (2844a), приводит выключатель во включенное состояние и формирует выходной сигнал от датчика предварительного напряжения и/или датчика избыточного напряжения в зависимости от того, сжат ли соответствующий сжимаемый элемент (2804, 2806), и

средство вывода для генерирования выходного сигнала устройства, информирующего о состоянии анкерной штанги (2802) в зависимости от выходного сигнала датчика предварительного напряжения и/или датчика избыточного напряжения,

при этом корпус (2808) выполнен гибким и упругим, деформируемым под действием каждого из сжимаемых элементов в осевом направлении корпуса (2808) в сторону соответствующего выключателя и содержит для датчика предварительного напряжения и датчика избыточного напряжения соответствующую лицевую поверхность (2836a, 2836b), разделяющую сжимаемый элемент (2804, 2806) и соответствующий выключатель,

при этом первый электропроводный контакт (2842a) соответствующего выключателя расположен внутри корпуса (2808) с примыканием к лицевой поверхности (2836a, 2836b) последнего, а второй электропроводный контакт (2844a) расположен внутри корпуса (2808) с ориентацией внутрь и вдоль оси на расстоянии от первого электропроводного контакта (2842a), когда сжимаемый элемент (2804, 2806) не сжат.

2. Чувствительное устройство по п.1, в котором для каждого по меньшей мере одного датчика предварительного напряжения и по меньшей мере одного датчика избыточного напряжения первый электропроводный контактный элемент выполнен в виде электропроводного кольца, а второй электропроводный контактный элемент выполнен в виде электропроводной дугообразной пружины.

3. Чувствительное устройство по любому из пп.1 или 2, в котором для каждого по меньшей мере одного датчика предварительного напряжения и по меньшей мере одного датчика избыточного напряжения упругий сжимаемый элемент выполнен в виде чашеобразного упругого элемента со сквозным отверстием для продевания сквозь него анкерной штанги, при этом упомянутое сквозное отверстие в чашеоб-

разном упругом элементе выполнено с возможностью прохождения сквозь него дистанционирующего элемента, причем

пороговое значение нагрузки датчика предварительного напряжения - это пороговое значение предварительного напряжения, при этом контактные элементы включателя датчика предварительного напряжения разомкнуты,

при этом для датчика избыточного напряжения пороговое значение нагрузки - это пороговое значение избыточного напряжения, причем контактные элементы включателя датчика предварительного напряжения замкнуты, и пороговое значение избыточного напряжения выше порогового значения предварительного напряжения.

4. Чувствительное устройство по п.1, в котором корпус - это корпус для электроники, расположенный, по меньшей мере, с частичным охватом дистанционирующего элемента, при этом в каждом из упомянутых по меньшей мере одном датчике предварительного напряжения и по меньшей мере одном датчике избыточного напряжения соответствующий электропроводный контактный элемент выступает за пределы корпуса для электроники и расположен таким образом, что обеспечивает возможность соответствующему упругому сжимаемому элементу вступать в контакт с электропроводным контактным элементом при существенном нажатии.

5. Чувствительное устройство по любому из пп.3 и 4, в котором средство вывода выполнено с возможностью периодически передавать выходной сигнал, информирующий о состоянии анкерной штанги, пока сохраняется предварительное напряжение и отсутствует избыточное напряжение в этой анкерной штанге.

6. Чувствительное устройство по любому из пп.1-5, в котором датчик предварительного напряжения и/или датчик избыточного напряжения выполнены с возможностью потреблять энергию при соответствующем аварийном состоянии и не потреблять энергию в отсутствие аварийного состояния.

7. Чувствительное устройство по п.6, в котором аварийным состоянием датчика предварительного напряжения является потеря анкерной штангой состояния предварительного напряжения.

8. Чувствительное устройство по любому из пп.1-7, в котором датчик предварительного напряжения и/или датчик избыточного напряжения содержит сенсор близкой локации, расположенный таким образом, что обеспечивает его срабатывание при сжатом состоянии соответствующего упругого сжимаемого элемента датчика предварительного напряжения и/или датчика избыточного напряжения.

9. Чувствительное устройство по любому из пп.1-8, в котором средство вывода выполнено в виде одного из следующего перечня:

радиопередатчик,

источник света, выходной сигнал которого выполнен в виде светового индикатора,

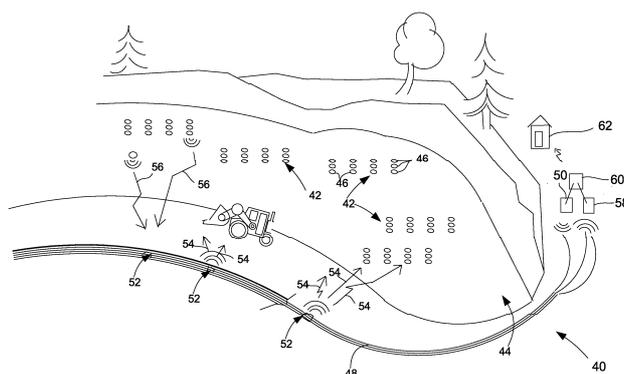
при этом чувствительное устройство дополнительно содержит тензометрический датчик для измерения нагрузки на анкерную штангу.

10. Чувствительное устройство по любому из пп.1-9, выполненное с возможностью подавать выходные сигналы, принимаемые центральным управляющим устройством.

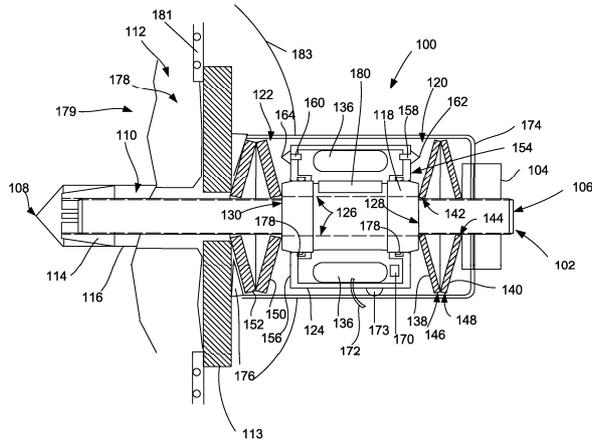
11. Чувствительное устройство по п.10, дополнительно содержащее излучающий кабель, обеспечивающий чувствительные устройства беспроводной электромагнитной энергией, при этом каждое чувствительное устройство содержит соответствующий радиопередатчик, а излучающий кабель выполнен с возможностью принимать сигналы, передаваемые чувствительными устройствами по беспроводной связи, при этом излучающий кабель выполнен с возможностью переноса принятых сигналов для передачи на центральное управляющее устройство.

12. Чувствительное устройство по п.10, содержащее соответствующий радиопередатчик для передачи радиосигналов, предназначенных для их приема центральным управляющим устройством.

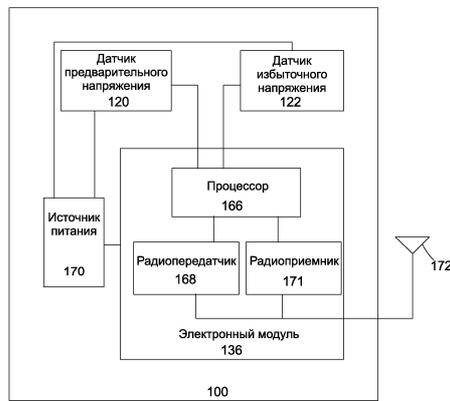
13. Чувствительное устройство по любому из пп.1-12, в котором корпус для электроники выполнен съемным и заменяемым.



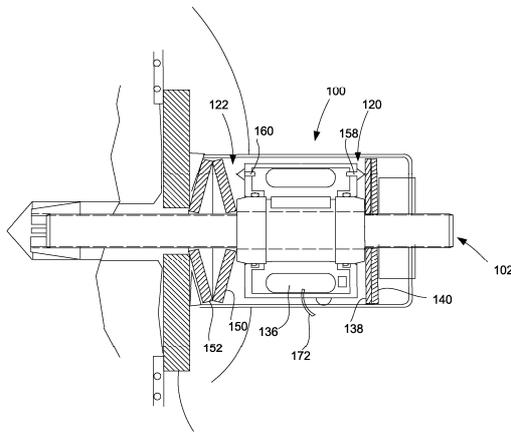
Фиг. 1



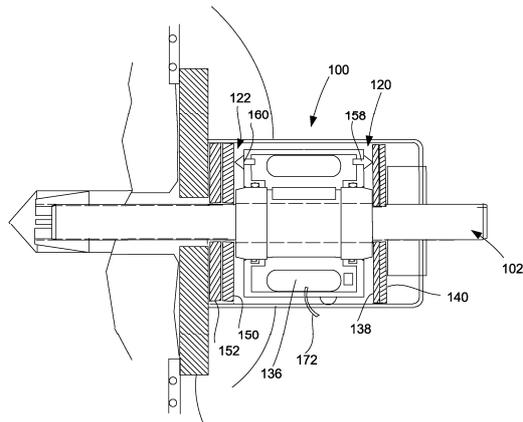
Фиг. 2



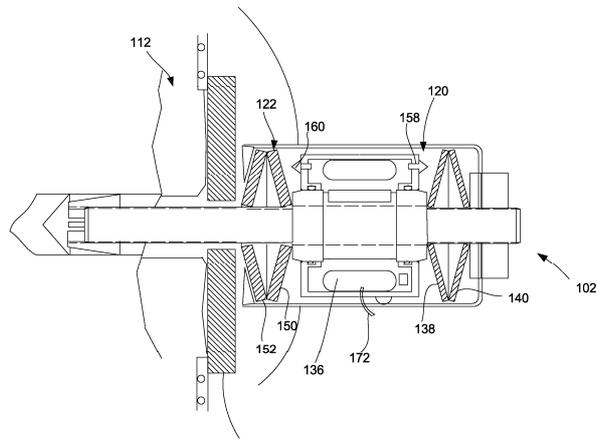
Фиг. 3



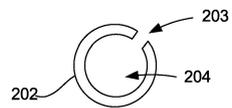
Фиг. 4а



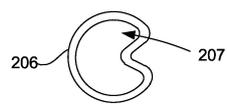
Фиг. 4b



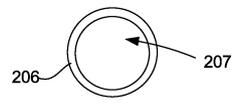
Фиг. 5



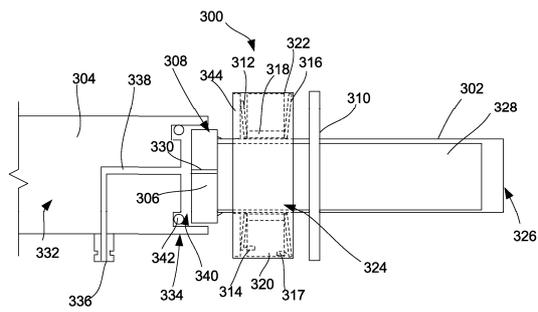
Фиг. 6



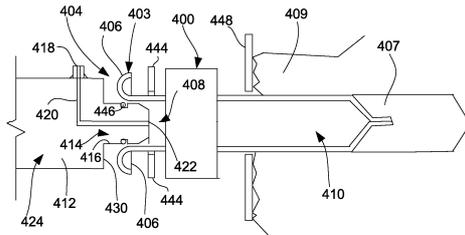
Фиг. 7



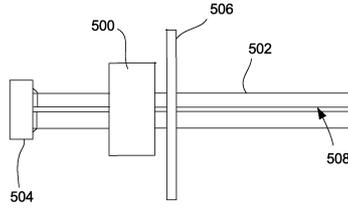
Фиг. 8



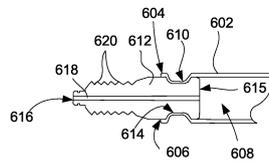
Фиг. 9



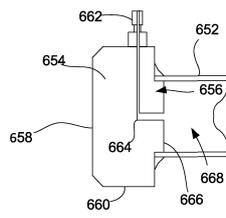
Фиг. 10



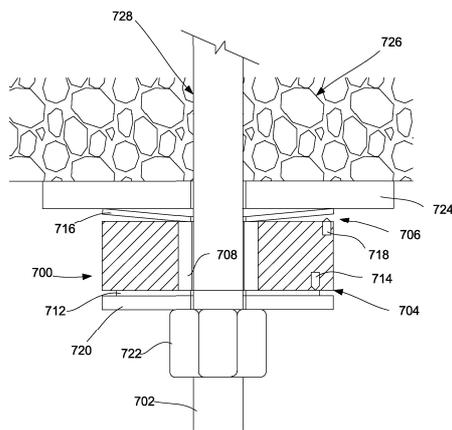
Фиг. 11



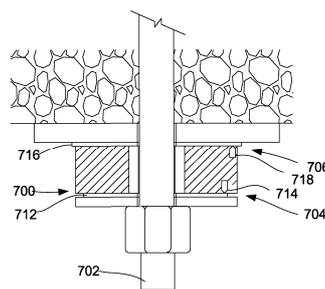
Фиг. 12



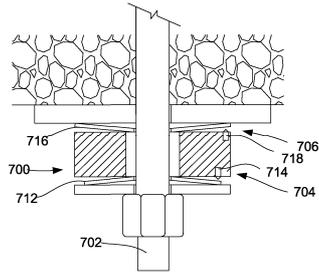
Фиг. 13



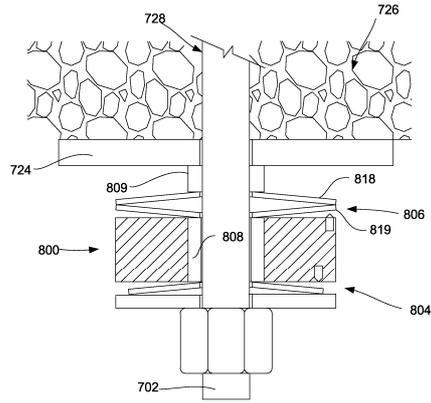
Фиг. 14



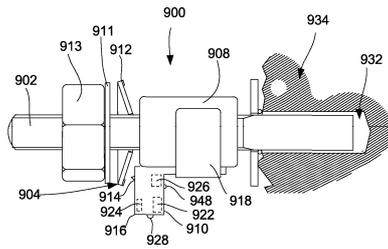
Фиг. 15



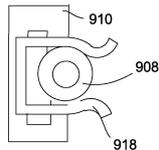
Фиг. 16



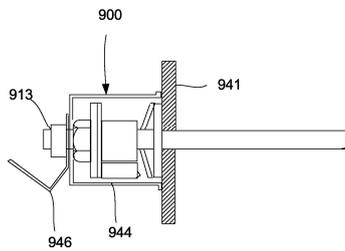
Фиг. 17



Фиг. 18

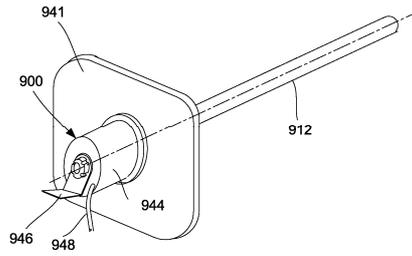


Фиг. 19

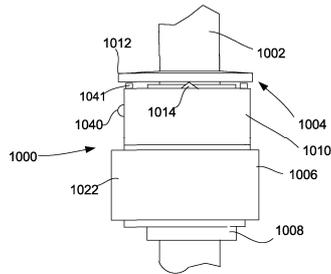


Фиг. 20

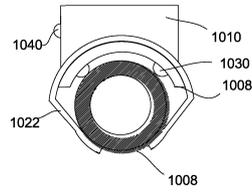
038628



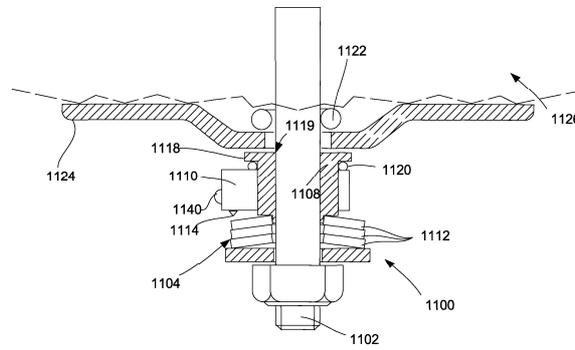
Фиг. 21



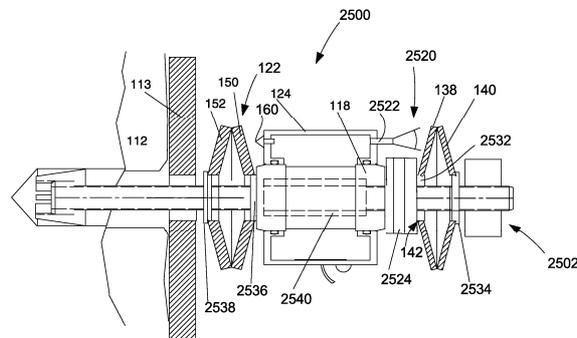
Фиг. 22



Фиг. 23

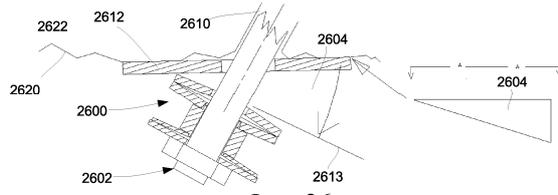


Фиг. 24

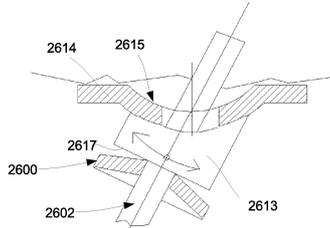


Фиг. 25

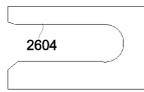
038628



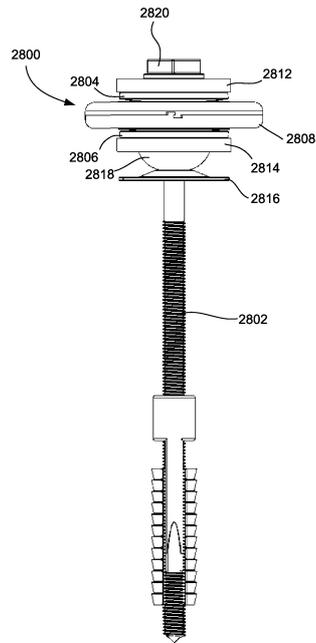
Фиг. 26а



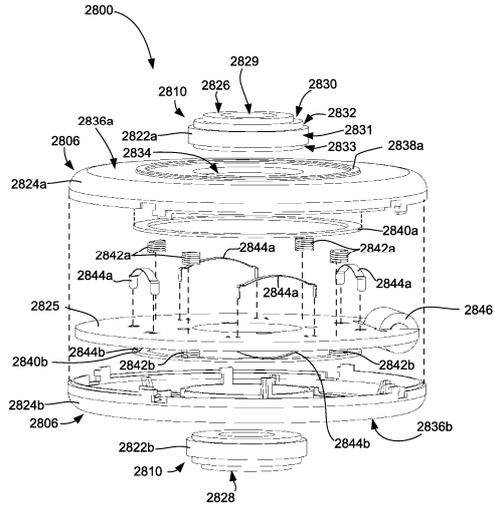
Фиг. 26б



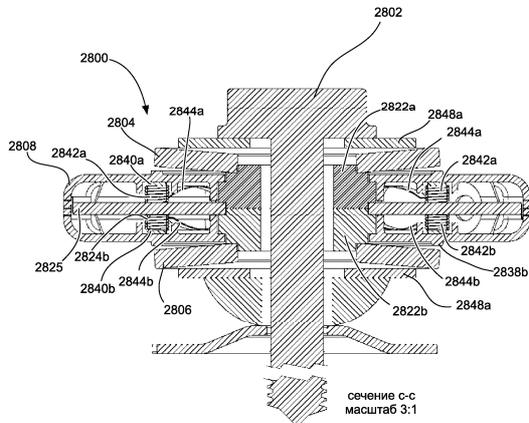
Фиг. 27б



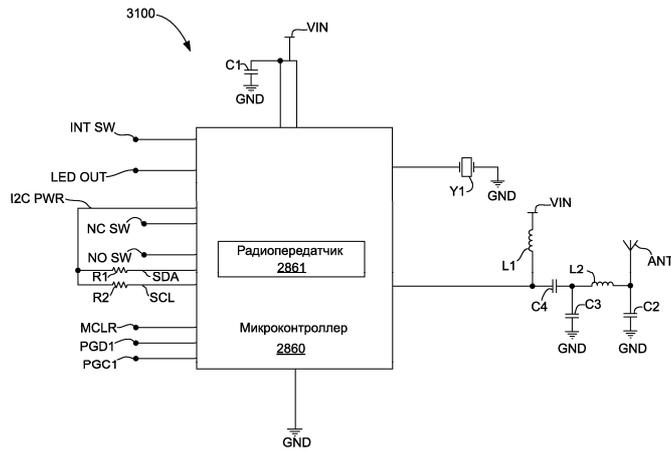
Фиг. 28



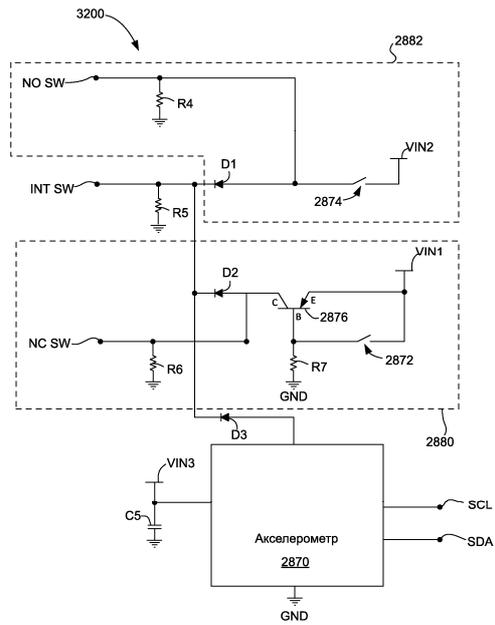
Фиг. 29



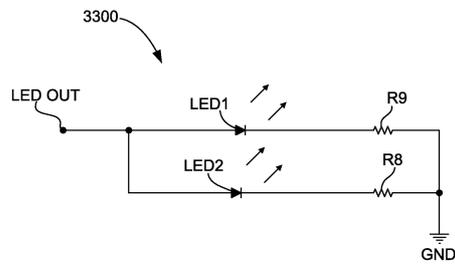
Фиг. 30



Фиг. 31



Фиг. 32



Фиг. 33