

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037233**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.24

(51) Int. Cl. **F17D 5/04** (2006.01)
G01M 3/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800043

(22) Дата подачи заявки
2016.05.25

(54) ТРУБОПРОВОД С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК

(31) **2015121328**

(32) **2015.06.04**

(33) **RU**

(43) **2018.06.29**

(86) **PCT/RU2016/000316**

(87) **WO 2016/195539 2016.12.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ";
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАУКА И ИННОВАЦИИ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Постников Борис Алексеевич,
Казачкова Зинаида Семеновна,
Мишин Евгений Борисович,
Никитина Елена Александровна (RU)**

(74) Представитель:
Снегов К.Г. (RU)

(56) **US-A-3721970
US-A-4922232
US-A1-2007119238
DE-A1-4124640**

(57) Изобретение относится к области магистральных трубопроводов, применяемых для горячего водоснабжения, а именно к устройствам для электрического контроля наблюдения и обнаружения утечек водяного теплоносителя в трубопроводах атомных электрических станций, и может быть использовано при эксплуатации теплоизолированных труб, закрытых защитным кожухом. Задачей данного изобретения является повышение точности определения места утечки в теплоизолированных трубах, закрытых защитным кожухом, путем разбивки его на несколько секторов. Поставленная задача достигается тем, что трубопровод с устройством для обнаружения утечек содержит коаксиально установленный с кольцевым зазором 1 на металлической трубе 2 металлический защитный кожух, выполненный составным, например, из четырех дугообразно изогнутых поперек трубы 2 металлических листов 4. Прямолинейные края 7 листов 4 соединены между собой при помощи диэлектрической прокладки 8, а дугообразные края 9 листов 4 соединены между собой при помощи диэлектрического кольца 10. На торцах 15 и 16 кольца 10 выполнено по кольцевой проточке 17 и 18 для размещения дугообразных краев 9 листов 10. Напротив каждого дугообразного края 9 листов 10 в кольцевых проточках 17 и 18 смонтированы электрические разъемы в виде ламелей 21 для фиксации дугообразного края 9 листа 4. Электрические контактные клеммы 30 закреплены на наружной поверхности 22 кольца 10 и по отдельности подсоединены к каждой ламели 21. Измерительный прибор 33 электрическими проводниками 32 подключен к контактной клемме 31 металлической трубы 2 и к контактным клеммам 30 кольца 10 для определения электрического сопротивления теплоизоляции 3, находящейся в кольцевом зазоре 1. Технико-экономический эффект состоит в том, что упрощается обслуживание теплоизолированных трубопроводов, закрытых защитным кожухом.

B1**037233****037233****B1**

Область техники

Изобретение относится к области магистральных трубопроводов, применяемых для горячего водоснабжения, а именно к устройствам для электрического контроля наблюдения и обнаружения утечек водяного теплоносителя в трубопроводах атомных электрических станций, и может быть использовано при эксплуатации теплоизолированных труб, закрытых защитным кожухом.

Предшествующий уровень техники

Известна электрическая система диагностики технического состояния магистральных трубопроводов при их переходах через авто- и железные дороги, заключающаяся в том, что осуществляют непрерывный контроль электрического напряжения в зазоре, образованном между металлическим магистральным трубопроводом и охватывающим его металлическим защитным кожухом, которые подключены к устройству катодной защиты от коррозии. При уменьшении значения электрического напряжения между парой магистральный трубопровод-защитный кожух ниже заданного порога дополнительно измеряют градиент электрического напряжения вдоль защитного кожуха и по пространственному расположению максимального значения градиента электрического напряжения на защитном кожухе определяют место электрического контакта магистрального трубопровода с защитным кожухом. Техническим результатом анализируемого изобретения является возможность определения места электрического контакта магистрального трубопровода с защитным кожухом (см. патент RU 2317479 C1, МПК F17D 5/00, приоритет от 09.11.2006 г.).

Данная электрическая система хорошо работает на определение контакта между металлическим магистральным трубопроводом и охватывающим его металлическим защитным кожухом и предупреждает обо всех нежелательных механических воздействиях на магистральный трубопровод. Но в тоже время если произойдет протечка, то такая электрическая система не сможет определить место возникновения аварийной течи, поскольку измеряет только изменение электрического напряжения между металлическим магистральным трубопроводом и всем охватывающим его металлическим защитным кожухом.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является трубопровод с устройством для обнаружения утечек, содержащий коаксиально установленный с кольцевым зазором на металлической трубе металлический защитный кожух, электрические контакты для металлического защитного кожуха и измерительный прибор с электрическими проводниками, подключенными к металлической трубе и к электрическим контактам металлического защитного кожуха для определения электрического сопротивления среды, находящейся в кольцевом зазоре между трубой и защитным кожухом (см. патент на изобретение RU 2264578 U1, МПК F17D 5/00, приоритет от 11.11.2004 г.).

Однако с помощью данного изобретения можно определить лишь факт возникновения утечки на конкретном продольном участке трубы, и только в случае, если теплоноситель, являющийся электрическим проводником, заполняет зазор между трубой и металлическим кожухом, замыкая электрическую цепь "кожух-труба". Определение места течи в пределах кожуха не предусмотрено. Такая система контроля течи не будет реагировать на возникшую течь в случае, если теплоносителя между трубой и металлическим кожухом недостаточно для заполнения зазора между ними, что возможно в случае небольшой течи или в случае, если теплоноситель имеет высокую температуру и быстро испаряется. Последнее характерно для трубопроводов атомных электростанций, температура теплоносителя в которых может достигать 350°C, кроме этого, при использовании труб большого диаметра, обернутых теплоизоляционным материалом, возникает трудность ремонта, поскольку для нахождения предполагаемого места утечки приходится осуществлять демонтаж значительной части охватывающего трубу защитного кожуха и всей теплоизоляции под снятым кожухом. Поэтому желательно иметь возможность достаточно точного определения места возникновения течи, контролировать утечки не только по продольным направлениям труб, а также и по радиальным направлениям, в этом случае не надо будет полностью демонтировать защитный кожух и теплоизоляцию под ним. Когда в трубе возникает малая течь (течь с небольшим расходом теплоносителя), то теплоноситель начинает равномерно распространяться по теплоизоляции во все стороны в радиальном и продольном направлениях, т.е. фронт распространения теплоносителя по теплоизоляции представляет собой сферу. Т.к. температура трубы может достигать 350°C, то по теплоизоляции распространяется не сам теплоноситель, а его пары, которые конденсируются вблизи кожуха, температура поверхности которого не более 60°C, или на самом кожухе. Более конкретной теплоизоляция, впитав в себя теплоноситель, в радиальном направлении начинает промокать вдоль трубы, поэтому желательно зафиксировать начальный момент возможного образования свища до того, как промокнет вся теплоизоляция, и чем быстрее момент образования свища зафиксирован, тем точнее будет определено место утечки.

Раскрытие изобретения

Задачей данного изобретения является повышение точности определения места утечки в теплоизолированных трубах, закрытых защитным кожухом, путем разбивки его на несколько секторов.

Поставленная задача достигается тем, что в трубопроводе с устройством для обнаружения утечек, содержащем коаксиально установленный с кольцевым зазором на металлической трубе металлический защитный кожух, электрические контакты для металлического защитного кожуха и измерительный прибор с электрическими проводниками, подключенными к металлической трубе и к электрическим контак-

там металлического защитного кожуха для определения электрического сопротивления среды, находящейся в кольцевом зазоре, новым является то, что защитный кожух выполнен составным из дугообразно изогнутых поперек трубы металлических листов, прямолинейные края которых соединены между собой при помощи диэлектрической прокладки, дугообразные края листов соединены между собой при помощи диэлектрического кольца, в котором на торце выполнена кольцевая проточка для размещения дугообразных краев листов, при этом в кольцевой проточке напротив каждого дугообразного края листов смонтированы электрические разъемы для фиксации дугообразного края листа, а электрические контакты металлического защитного кожуха закреплены на наружной поверхности кольца и по отдельности подсоединены к каждому электрическому разъему.

Кроме этого, диэлектрические прокладка и кольцо в сечении могут быть выполнены Н-образной формы.

Кроме этого, кольцевой зазор между металлической трубой и металлическим защитным кожухом может быть заполнен теплоизоляцией.

Кроме этого, кромки дугообразно изогнутых металлических листов могут быть загнуты по контуру.

Выполнение защитного кожуха составным из дугообразно изогнутых поперек трубы металлических листов обеспечивает быстрый доступ к месту утечки, именно с той стороны трубы, где образовался свищ, демонтируя только тот участок защитного кожуха и теплоизоляцию, которые располагаются в радиальном направлении к свищу.

Соединение между собой прямолинейных краев дугообразно изогнутых вдоль трубы металлических листов защитного кожуха при помощи диэлектрической прокладки и соединение между собой дугообразных краев этих листов при помощи диэлектрического кольца обеспечивает электрическую изоляцию металлических листов между собой.

Выполнение кольцевой проточки на торце кольца для размещения в ней дугообразных краев листов обеспечивает придание цилиндрической формы защитному кожуху, составленному из дугообразно изогнутых металлических листов.

Расположение электрических разъемов в кольцевой проточке напротив каждого дугообразного края листов обеспечивает механическую и электрическую фиксацию дугообразно изогнутых краев металлических листов.

Крепление электрических контактов металлического защитного кожуха на наружной поверхности кольца и подсоединение их по отдельности к каждому электрическому разъему обеспечивает электрическую связь каждого дугообразно изогнутого металлического листа с измерительным прибором.

Выполнение диэлектрической прокладки и кольца в сечении Н-образной формы обеспечивает надежную фиксацию краев дугообразно изогнутых металлических листов.

Заполнение кольцевого зазора между металлической трубой и металлическим защитным кожухом теплоизоляцией позволяет по смачиванию теплоизоляции в случае образования свища быстро определить разницу электрического сопротивления материала теплоизоляции и точно рассчитать место утечки из трубопровода.

Загнутые по контуру кромки дугообразно изогнутых металлических листов обеспечивают более жесткую связь с электрическими разъемами.

Ниже приводится описание одного из многочисленных вариантов выполнения устройства для обнаружения утечек в трубопроводах, варианты которых подчинены единому изобретательскому замыслу, отображенному в нижеприведенной формуле изобретения.

Описание и прилагаемые чертежи представляют собой иллюстрации изобретения, которые не должны рассматриваться как ограничивающие его объем.

Различные конкретные детали описываются для того, чтобы содействовать всестороннему пониманию изобретения. Однако в некоторых случаях хорошо известные или традиционно используемые детали не описываются, чтобы не загромождать описание.

Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые в настоящем описании, имеют значения, которые приняты среди специалистов в области техники, к которой относится настоящее изобретение.

Настоящее изобретение относится отчасти к конструкции трубопроводов атомной электростанции для транспортировки водяного теплоносителя или пара, давление и температура которых могут превышать стандартные давления и температуры воздуха на уровне моря. Предложенные технические решения могут найти применение в теплоэнергетике, водоснабжении, химической и аэрокосмической промышленности, а также для контроля течей из трубопроводов и оборудования в других отраслях промышленности.

Краткое описание чертежей

Изобретение поясняется чертежами, где

на фиг. 1 представлен продольный вид контролируемого участка трубопровода, подсоединенный к измерительному прибору;

на фиг. 2 тоже, как на фиг. 1, но поперечный вид;

на фиг. 3 показан один сегмент секции защитного кожуха;

на фиг. 4 представлено разъемное соединение прямолинейных краев металлических листов защитного кожуха при помощи диэлектрической прокладки;

на фиг. 5 представлено разъемное соединение дугообразных краев металлических листов защитного кожуха при помощи диэлектрического кольца;

на фиг. 6 показан цилиндрический отсек защитного кожуха;

на фиг. 7 дана конструкция электрического разъема с держателем провода в диэлектрическом кольце защитного кожуха;

на фиг. 8 представлена конструкция держателя провода.

Трубопровод с устройством для обнаружения утечек содержит коаксиально установленный с кольцевым зазором 1 на магистральной металлической трубе 2 металлический защитный кожух. В зазоре 1 между металлической трубой 2 и защитным кожухом расположена теплоизоляция 3. Защитный кожух по окружности выполнен составным из дугообразно изогнутых поперек трубы 2 металлических листов 4. В данном случае металлическую трубу 2 обрамляют четыре дугообразно изогнутых металлических листа 4, выполненных в виде сегментов, которые образуют четыре секции защитного кожуха. Прямолинейные кромки 5 и дугообразные кромки 6 этих металлических листов 4 по всему контуру загнуты. Прямолинейные края 7 дугообразно изогнутых металлических листов 4, которые располагаются вдоль трубы 2, соединены между собой при помощи прямолинейной диэлектрической прокладки 8. Дугообразные края 9 металлических листов 4 соединены между собой при помощи диэлектрического кольца 10, concentрично установленного на трубе 2. Соединенные между собой четыре секции защитного кожуха образуют цилиндрический отсек, который располагается вокруг трубы 2. Такие цилиндрические отсеки, последовательно соединенные один с другим по дугообразным краям 9 диэлектрическими кольцами 10, образуют защитный кожух вокруг всей трубы 2. На боковых стенках 11 и 12 прокладки 8 выполнены прямолинейные проточки 13 и 14 для размещения в прямолинейных проточках 13 и 14 прямолинейных загнутых кромок 5 металлических листов 2. На торцах 15 и 16 кольца 10 выполнены кольцевые проточки 17 и 18 для размещения в кольцевых проточках 17 и 18 дугообразно изогнутых загнутых кромок 6 металлических листов 4. Прямолинейные проточки 13 и 14 в прокладке 8 и кольцевые проточки 17 и 18 в кольце 10 в сечении выполнены одинаковой Н-образной формы. В кольцевых проточках 17 и 18 напротив каждого дугообразно изогнутого края 9 металлического листа 2 смонтированы электрические разъемы для фиксации дугообразно изогнутых загнутых кромок 6 металлических листов 2. Электрический контактный разъем представляет собой расположенные на параллельных стенках 19 и 20 кольцевых проточек 17 и 18 ламели 21, пластины которых изогнуты U-образной формы. На ламели 21 со стороны наружной поверхности 22 кольца 10 закреплена закладная гайка 23, в которую ввинчена шпилька 24, а на другом конце 25 шпильки 24 навинчена гайка 26 с шайбой 27, прижимающейся к наружной поверхности 22 кольца 10, и две контргайки 28 и 29 с электрической клеммой 30. В данном случае, поскольку защитный кожух по окружности состоит из четырех секций, то на наружную поверхность 22 кольца 10 со стороны дугообразно изогнутых металлических листов равномерно по окружности выведено четыре пары электрических клемм 30. Все электрические клеммы 30 диэлектрических колец 10 и клемма 31 металлической трубы 2 с помощью электрических проводов 32 подсоединены к измерительному прибору 33.

Варианты осуществления изобретения

Устройство работает следующим образом. Измерительный прибор 33 постоянно включен и все дугообразно изогнутые металлические листы 4, и труба 2 находятся под небольшой разностью потенциалов, например 3 В. К клемме 31 трубы 2 подключен отрицательный полюс, а к клеммам 30 металлических листов 4 подключен положительный полюс источника питания, находящегося в измерительном приборе 33. Как правило, трубопроводы работают при отсутствии течи. При этом температура теплоносителя выше температуры окружающей среды, что способствует удалению лишней влаги из теплоизоляции 3. Через довольно короткий промежуток времени после начала подачи теплоносителя по трубе 2 величина влажности теплоизоляции 3 становится постоянной и в дальнейшем не меняется. Зависящие от влажности теплоизоляции 3 значения электрического сопротивления теплоизоляции 3 и электрической емкости системы: "металлический лист 4-теплоизоляция 3-труба 2" также выйдут на какие-то постоянные значения, соответствующие температуре работы трубопровода. Измерительный прибор 33 показывает, что на участках между трубой 2 и всеми окружающими ее дугообразно изогнутыми металлическими листами 4 электрическое сопротивление минимально и электрическая емкость тоже минимальна.

При маловероятной возникшей течи, которая может произойти, например, от коррозии металла в трубе 2 или от некачественного сварного шва, теплоноситель начинает поступать из трубы 2 в теплоизоляцию 3. Т.к. теплоизоляция 3 воздухопроницаемая, то теплоноситель смачивает ее или при достаточно высокой температуре наполняет своими парами, что приводит в месте образования течи к значительному увеличению электрической проводимости теплоизоляции 3. Включается электрическая цепь труба 2-теплоизоляция 3-металлические листы 4, и электрический сигнал поступает от трубы 2 по минимальному электрическому сопротивлению теплоизоляции 3 до самого ближайшего к ней дугообразно изогнутому металлическому листу 4 и затем по проводам 32 - к измерительному прибору 33. Поскольку каждый дугообразно изогнутый металлический лист 4 защитного кожуха электрически изолирован один от другого и подсоединен самостоятельными электрическими проводами 32 к измерительному прибору 33, то изме-

рительный прибор 33 точно определяет место течи под конкретным металлическим листом.

Очевидно, что точность определения места возникновения течи из трубы 2 определяется размерами отдельных изолированных друг от друга металлических листов 4, составляющих защитный кожух трубопровода. Чем меньше площадь металлического листа 4, тем точнее можно определить место течи. Поэтому при конструировании защитного кожуха надо разумно разбивать его на составные секции.

Также необходимо отметить, что предлагаемая конструкция защитного кожуха, состоящего из отдельных металлических листов 4, значительно облегчает доступ к месту образования течи на трубе 2 и последующему ремонту. Один металлический лист 4 легко можно отделить от соседних благодаря упругим свойствам металлических листов 4, диэлектрических прокладок 8 и диэлектрических колец 10. Для этого достаточно металлический лист 4 немного сжать внутрь, чтобы его прямолинейные загнутые кромки 5 вышли из прямолинейных проточек 13 и 14 прокладки 8, а загнутые дугообразные кромки 6 вышли из кольцевых проточек 17 и 18 кольца 10. Для ремонта трубы 2 нет необходимости снимать всю теплоизоляцию 3, а только ту часть, которая промокла в радиальном направлении. Особое значение этого изобретения приобретает для ремонта теплоизоляционных труб 2 повышенного диаметра.

Сборка защитного кожуха осуществляется с помощью сжатия внутрь прямолинейных краев 7 дугообразно изогнутого металлического листа 4 и ввод его прямолинейно загнутых кромок 5 в прямолинейные проточки 13 и 14 прокладки 8 и ввод загнутых дугообразных кромок 6 в кольцеобразные проточки 17 и 18 кольца 10. При вводе загнутых дугообразно изогнутых кромок 6 в кольцевые проточки 17 и 18 кольца 10 необходимо обеспечить фиксацию и электрический контакт с ламелями 21 электрического разъема. Соединение металлических листов 4 с прокладкой 8 и кольцом 10 осуществляется за счет фиксации загнутых кромок 5 и 6 металлических листов 4 стенками прямолинейных проточек 13 и 14 прокладки 8 и стенками кольцеобразных проточек 17 и 18 кольца 10.

Промышленная применимость.

Технико-экономический эффект состоит в том, что упрощается обслуживание теплоизолированных трубопроводов, закрытых защитным кожухом.

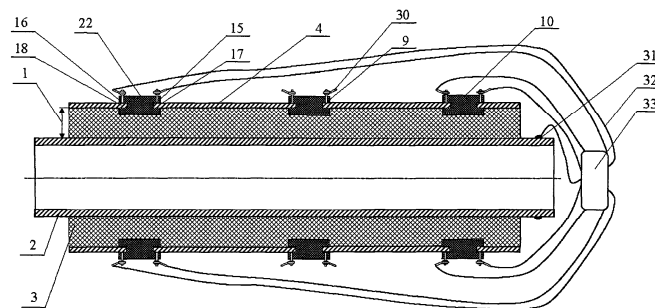
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Трубопровод с устройством для обнаружения утечек, содержащий коаксиально установленный с кольцевым зазором на металлической трубе металлический защитный кожух, электрические контакты для металлического защитного кожуха и измерительный прибор с электрическими проводниками, подключенными к металлической трубе и к электрическим контактам металлического защитного кожуха для определения электрического сопротивления среды, находящейся в кольцевом зазоре, отличающийся тем, что, с целью повышения точности определения места утечки в трубе, защитный кожух выполнен составным из дугообразно изогнутых поперек трубы металлических листов, прямолинейные края которых соединены между собой при помощи диэлектрической прокладки, дугообразные края листов соединены между собой при помощи диэлектрического кольца, в котором на торце выполнена кольцевая проточка для размещения дугообразных краев листов, при этом в кольцевой проточке напротив каждого дугообразного края листов смонтированы электрические разъемы для фиксации дугообразного края листа, а электрические контакты металлического защитного кожуха закреплены на наружной поверхности кольца и по отдельности подсоединены к каждому электрическому разъему.

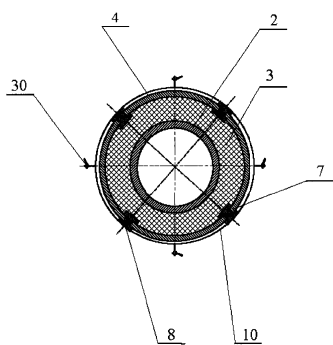
2. Трубопровод по п.1, отличающийся тем, что диэлектрические прокладка и кольцо в сечении выполнены Н-образной формы.

3. Трубопровод по п.1, отличающийся тем, что кольцевой зазор между металлической трубой и металлическим защитным кожухом заполнен теплоизоляцией.

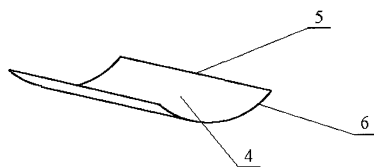
4. Трубопровод по п.1, отличающийся тем, что кромки дугообразно изогнутых металлических листов загнуты по контуру.



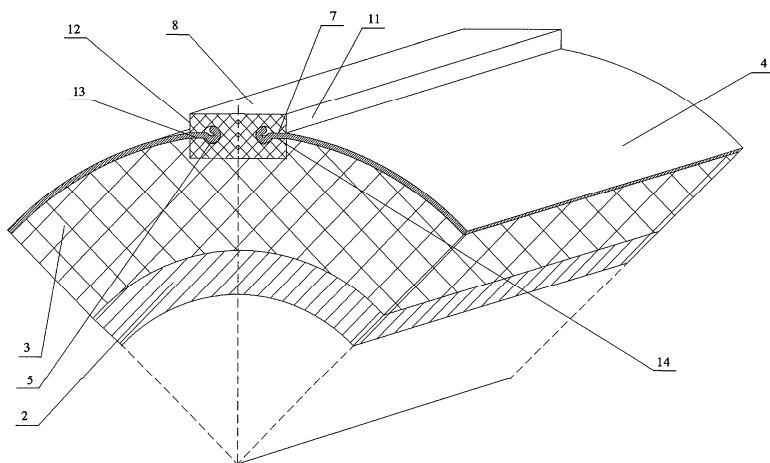
Фиг. 1



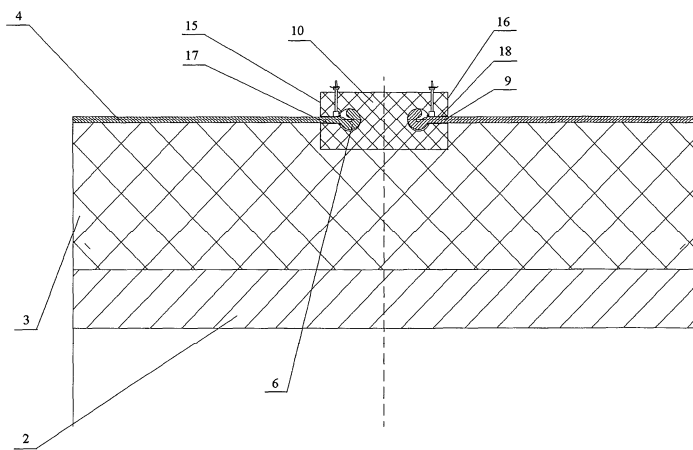
Фиг. 2



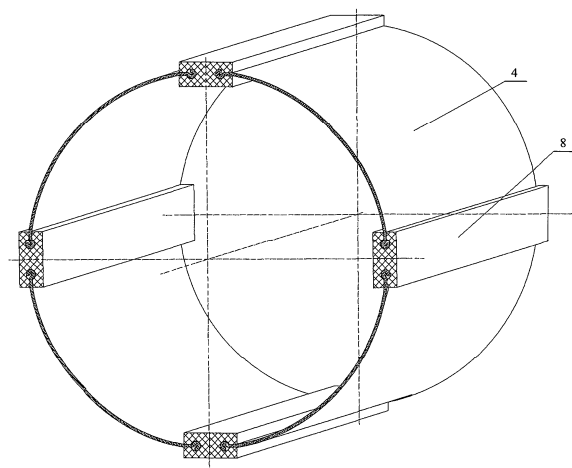
Фиг. 3



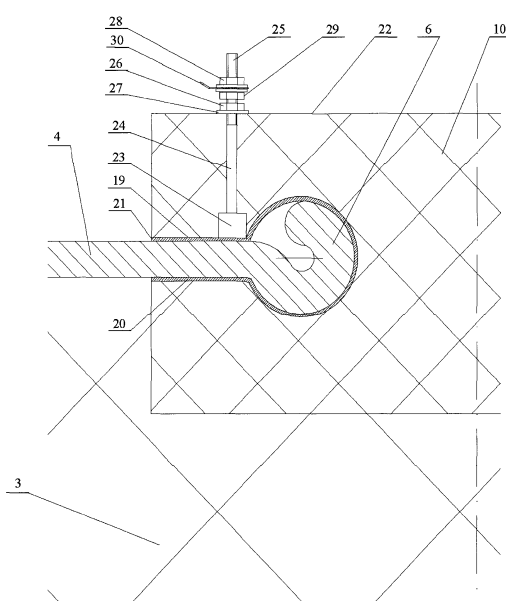
Фиг. 4



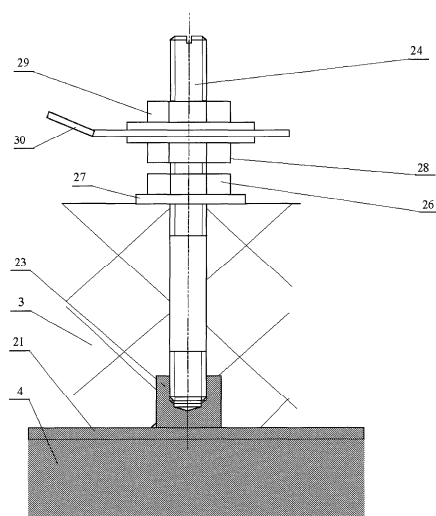
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

