

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038898**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.03

(51) Int. Cl. **C21B 7/10** (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202091159

(22) Дата подачи заявки
2018.11.12

(54) **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ШАХТНОЙ ПЕЧИ**

(31) **100 516**

(56) **WO-A1-2013009824**
US-A-3532797
US-A-3512413

(32) **2017.11.13**

(33) **LU**

(43) **2020.08.31**

(86) **PCT/EP2018/080934**

(87) **WO 2019/092241 2019.05.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПОЛЬ ВУРТ С.А. (LU)

(72) Изобретатель:
Де Грёйтер Кристиан, Хайнен Ив
(LU), Маджоли Николя (FR), Токкерт
Пауль (LU)

(74) Представитель:
Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)

(57) Шахтная печь, прежде всего доменная печь, включающая в себя металлический кожух (11), задающий внешнюю стену печи, и защитный слой, защищающий внутреннюю поверхность внешней стены. По меньшей мере один зонд (24) мониторинга состояния, расположенный внутри внешней стены и в пределах защитного слоя для мониторинга его состояния. Зонд мониторинга состояния соединен с модулем (62) беспроводной передачи, расположенным за пределами внешней стены для передачи данных мониторинга состояния. Модуль (62) беспроводной передачи расположен внутри короба (38), установленного на внешней поверхности металлического кожуха (11). Зонд (24) мониторинга состояния включает в себя несколько токопроводящих контуров (28), расположенных на предварительно заданных заглаблениях (d1, d2, d3) под передней плоскостью корпуса или огнеупорной футеровкой так, что по изменению электрической характеристики контура(ов) вследствие истирания может быть обнаружен износ корпуса (12), соответственно, огнеупорных материалов.

B1

038898

038898

B1

Область изобретения

Настоящее изобретение относится, по существу, к мониторингу состояния металлургических печей, а именно шахтных и доменных печей. Настоящее изобретение относится, прежде всего к мониторингу состояния холодильных элементов после истирания защитного слоя в передней плоскости холодильных элементов.

Уровень техники

Как хорошо известно, шахтная печь работает по принципу противоточного реактора, в котором нисходящий поток шихтовых материалов вступает в контакт с восходящим потоком горячих газообразных продуктов сгорания с большим содержанием монооксида углерода. Твердые шихтовые материалы, состоящие из железосодержащих материалов (железная руда, агломерат и окатыши), кокса и флюсующих материалов, загружают самотеком в колошник печи, при этом воздух, обычно обогащенный O_2 , а иногда и вспомогательными видами топлива, подают через фурмы вблизи пода печи. Жидкий горячий металл и жидкий шлак выпускают через регулярные интервалы времени через несколько леток, расположенных у пода печи.

Шахтные печи, прежде всего доменные печи, предпочтительно эксплуатируют в гибком, стабильном и эффективном режиме с высокой производительностью и на малом удельном расходе топлива с обеспечением большой продолжительности кампании (печи).

Доменную печь зачастую называют "черным ящиком". Одна из причин, по-видимому, обусловлена трудностью наблюдения или слежения за тем, что происходит внутри печи. Фактически, в доменной печи сосуществуют три фазы - газообразная, твердотельная и жидкая. Реакции протекают неравномерно в радиальном направлении, технологический процесс сопряжен с вариативным по времени расходом материалов, а измеряемые параметры всегда находятся в динамике в среде, характеризующейся высокой температурой, высоким давлением и запыленностью.

При этом по зондам и измерительным приборам для доменных печей за последние десятилетия достигли большого прогресса на основе разработок в области электроники, оптики и компьютерных технологий. С использованием компьютеров в настоящее время стало возможным лучше отслеживать различные параметры доменной печи, поскольку компьютеры не только позволяют выводить на экран переменные параметры, но и используют также устоявшиеся (расчетные) модели и сравнивают различные переменные параметры, формируют базы данных для хранения переменных параметров и отслеживают динамику их изменения во время техпроцесса.

Основными датчиками мониторинга технологических параметров являются:

- пробоотборники давления, размещаемые в кольцевом воздухопроводе для мониторинга давления дутья, а также на различных высотных отметках в доменной печи для мониторинга газопроницаемости шихты и определения зоны когезии,

- термопары, устанавливаемые в огнеупорной футеровке в различных точках (в поде и шахте) для мониторинга состояния огнеупорных материалов и локальных вариаций теплового режима,

- зонды, стационарно устанавливаемые над уровнем шихты для измерения температуры газов и определения схем распределения газов в шихте,

- зонды, устанавливаемые ниже уровня схода шихты для мониторинга температуры и состава газов внутри шахты печи,

- регистраторы траектории, измеряющие траекторию схода шихты с распределительного лотка во время процесса загрузки,

- радиальные профилемеры на колошнике, измеряющие профиль поверхности уровня засыпи шихтовых материалов,

- датчики движения шихты для мониторинга схода шихты.

Таким образом, на сегодня использование тщательно проработанных зондов и измерительных приборов позволяет предоставлять оператору доменной печи полезную информацию о состоянии техпроцесса. Для обеспечения надежной эксплуатации доменной печи существенным является сбор различных эксплуатационных параметров с помощью использования этих различных первичных измерительных преобразователей, чтобы оператор имел четкое представление о картине техпроцесса в доменной печи.

Таким образом, современная доменная печь оборудована большим количеством зондов и контрольно-измерительных приборов, которые в непрерывном режиме обеспечивают передачу технологических данных на центральный пост управления доменной печью.

Помимо технологических параметров, необходимо отслеживать параметры состояния, которые отражают, например, состояние истирания компонентов в рабочем пространстве печи. Это осуществляют посредством проверок и с помощью датчиков. Например, известно, что состояние холодильных элементов отслеживают с помощью ультразвуковых зондов.

Как известно из контекста, горн печи подвергается воздействию высоких температур и жестких эксплуатационных условий. Следовательно, для защиты стен печи и ограничения теплоотвода через эти стены стены внутреннего пространства печи снабжают футеровкой из огнеупорных материалов. На современных печах огнеупорные материалы прикрепляют к холодильным элементам, обозначаемым как плитовые холодильники.

Первоначально такие холодильные элементы представляли собой литые чугунные плиты с отлитыми в них охлаждающими трубками. В качестве альтернативы литым чугунным плитовым холодильникам были разработаны медные плитовые холодильники. Таким образом, в настоящее время холодильные элементы для металлургических печей изготавливают, следовательно, из меди, медного сплава или, как совсем недавно, из стали.

Футеровка из огнеупорных кирпичей, торкретированный огнеупорный материал или слой полученных технологических отложений задают защитный слой, расположенный перед горячей стороной корпуса (холодильника) по типу плиты. Этот защитный слой полезен в плане защиты холодильного элемента от деформации, вызываемой жесткими эксплуатационными условиями, доминирующими внутри печи.

В зависимости от режимов эксплуатации доменной печи, задаваемых оператором, защитный слой может изнашиваться, главным образом, в результате истирания под действием сходящей шихты (кокса, руды и т.п.). На практике печи при этом в отдельных случаях также эксплуатируют без этого защитного слоя, что приводит к эрозии пластинчатых ребер на горячей стороне (холодильника).

Поэтому для предупреждения (не запланированного) технического обслуживания и ремонта целесообразно отслеживать состояние, то есть износ холодильных элементов. Ввиду жестких эксплуатационных условий, описанных выше, пока не представляется возможным монтирование сложного прибора внутри печи. По той же самой причине и поскольку внутри печи постоянно находится (шихтовый) материал, визуальная проверка состояния холодильных элементов может оказаться невозможной.

Согласно уровню техники уже были предложены решения на этот счет. Например, в документе JPS61264110 раскрыта сущность плитового холодильника, включающего в себя систему мониторинга состояния с использованием ультразвукового зонда, контактирующего с задней плоскостью корпуса холодильника для обнаружения его эрозии. Это кажется громоздким техническим решением, чтобы реализовать его в реалиях доменной печи.

В еще одном документе WO 2016/023838 раскрыта сущность плитового холодильника, включающего в себя систему мониторинга состояния. Плитовый холодильник содержит несколько закрытых камер под давлением, распределенных по различным точкам внутри корпуса холодильника. С каждой камерой под давлением соединен датчик давления для обнаружения отклонения от справочного давления, когда давление в камере стравливается в результате истирания части корпуса холодильника. При том, что решение, описанное в этом документе, является удовлетворительным с технической точки зрения, оно требует определенных подготовительных работ в заводских условиях, что может увеличивать стоимость изготовления.

В WO 2013/009824 раскрыта сущность конструкции из плитового холодильника и кирпичной кладки, в которой с прохождением сквозь плитового холодильника или рядом с плитовым холодильником и/или одним или несколькими кирпичами расположены индикаторы истирания и/или термодатчики. К оконечным выводам системы термодатчиков и индикаторов истирания присоединены кабели передачи данных для передачи данных на центральный пост управления, так что во время эксплуатации печи считываемые данные могут передаваться непрерывно в "реальном времени". Эта технология мониторинга истирания является довольно сложной, поскольку она основана на динамической рефлектометрии.

Также в WO 2013/009824 раскрыта сущность лазерной системы сканирования и картографирования для автоматического сканирования и картографирования внутреннего пространства печи и отслеживания изнутри состояния плитовых холодильников и огнеупорных кирпичей. Система картографирования использует энергетические волны, такие как волны лазерного излучения со стороны блока приемопередатчика. Чтобы осуществить такое картографирование, подобное специфичное оборудование, как вполне понятно, может использоваться в доменной печи в редких ситуациях, когда доменная печь остановлена, а шихта сошла на низкий уровень засыпи.

В US 3,532,797 раскрыта сущность использования токопроводящих контуров для обнаружения истирания огнеупорной футеровки. Каждый контур помещен в соответствующую трубку из оксида алюминия, а трубки связаны в, по существу, цилиндрический пучок труб, в шахматном порядке. Заданные из проводников контуры выполнены из проволоки, имеющей точку плавления в пределах точки плавления печной футеровки, так что контуры расплавляются, когда футеровка ожигается или расплавляется. Расположение токопроводящих контуров в шахматном порядке позволяет обнаруживать износ в различных точках по глубине. При этом конструкция датчиков имеет скорее экспериментальный характер, а их монтаж довольно громоздкий.

Цель изобретения

Цель настоящего изобретения заключается в усовершенствовании мониторинга состояния шахтных печей.

Конкретная цель изобретения заключается в усовершенствовании мониторинга состояния холодильных элементов, а именно состояния их истирания.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение исходит из соображений, касающихся мониторинга состояния шахтных и доменных печей. Как отмечалось выше, в доменную печь заводят несколько датчиков и зондов для отслеживания технологических параметров, таких как давление, температура, распределение шихты. Эти

приборы в непрерывном режиме передают на центральный пост управления доменной печью технологические данные, которые необходимы для обеспечения эффективной и надежной работы доменной печи.

На установку этих зондов и датчиков для отслеживания технологических параметров уходит много времени и затрачивается значительный объем работ. Поскольку датчики необходимы для непрерывной передачи данных для обеспечения эксплуатации доменной печи, то требуется не только устанавливать датчики внутри печи, но и также прокладывать кабельную разводку через внешнюю обечайку печи до центрального поста управления.

Кабельная разводка, в свою очередь, создает проблемы во время останова доменной печи для технического обслуживания, прежде всего, когда ремонтируют слой огнеупорной кладки или заменяют плитовые холодильники.

В плане мониторинга состояния авторы настоящего изобретения предлагают вместо проводной передачи использовать беспроводную передачу данных от датчиков. Использование беспроводной передачи данных в отношении шахтных печей на первый взгляд может показаться неподходящим решением: имеется много металлических конструкций, окружающих модуль беспроводной передачи, а эксплуатационные условия жесткие (температурная нагрузка/пылевая нагрузка/препятствие в виде обечайки печи). К тому же, может оказаться проблематичной замена аккумуляторных батарей во время эксплуатации печи.

Тем не менее, использование беспроводной передачи имеет смысл для передачи данных от датчиков мониторинга состояния. В отличие от технологических параметров, выборка которых необходима в непрерывном режиме для обеспечения эксплуатации печи, параметры состояния, такие как, например, состояние истирания огнеупорной футеровки или холодильных элементов, не требуют такого непрерывного отслеживания. Параметры состояния можно проверять выборочно или периодически на основе временных интервалов в диапазоне от нескольких часов до нескольких дней. На практике параметры состояния можно проверять через каждые несколько часов или раз в день. Этот короткий период функционирования в течение дня позволяет сохранить долговечность аккумуляторных батарей и обеспечивает рабочий ресурс в несколько недель/месяцев, так что замену аккумуляторных батарей, вполне возможно, не придется производить в периоды между остановами (печи).

И последнее, но не менее важное - использование модулей беспроводной передачи для передачи данных от датчиков и зондов мониторинга состояния позволит избежать затратных по времени и громоздких операций с выполнением кабельной разводки и, следовательно, значительно уменьшить время останова шахтной печи.

Согласно первому аспекту настоящее изобретение предлагает шахтную печь, прежде всего доменную печь, включающую в себя:

металлический кожух, задающий внешнюю стену печи,

защитный слой, (по меньшей мере, частично) защищающий внутреннюю поверхность внешней стены,

по меньшей мере один зонд мониторинга состояния, расположенный внутри внешней стены и в пределах защитного слоя для мониторинга его состояния,

причем по меньшей мере один зонд мониторинга состояния соединен с детекторным модулем (34), функционально соединенным с модулем беспроводной передачи, которые запитаны от аккумуляторной батареи и

расположены за пределами внешней стены для передачи данных мониторинга состояния,

причем внешняя стена содержит отверстие для проводного соединения между зондом (-ами) мониторинга состояния и модулем беспроводной передачи, а на внешней поверхности металлического кожуха газонепроницаемым образом установлен короб, чтобы закрывать отверстие.

Как следует из выше цитированного уровня техники, в расхожем представлении для этой области техники следует использовать токопроводящие датчики мониторинга истирания и датчики отслеживания технологических параметров (термопары). Настоящее же изобретение преодолевает это техническое предубеждение, предлагая использовать для зондов мониторинга состояния модули беспроводной передачи.

Изобретение исходит из посылки, что работающие на аккумуляторных батареях модули беспроводной передачи пригодны для передачи данных от датчиков состояния/истирания, потому что частота измерений таковых мала по сравнению с датчиками отслеживания технологических параметров и поскольку их показания не требуются для целей производственного процесса.

Использование зондов детектирования истирания в комбинации с модулями беспроводной передачи значительно упрощает установку датчиков истирания и рекомендуется, прежде всего при модернизации существующих доменных печей. Как становится понятным, достаточно воспользоваться преимуществом отверстия в обечайке печи, чтобы протянуть наружу провод от датчика и соединить его с детекторным модулем/модулем беспроводной передачи.

Использование модулей беспроводной передачи для передачи данных от датчиков и зондов мониторинга состояния позволит избежать затратных по времени, громоздких и дорогостоящих операций с выполнением кабельной разводки и, следовательно, значительно уменьшить время останова шахтной

печи. В вариантах конструктивного выполнения детекторный модуль выполнен с возможностью осуществления оценки состояния с помощью зонда (ов) мониторинга состояния через предварительно заданные интервалы времени, но не более одного или двух раз в день.

Предпочтительно, модуль беспроводной передачи, детекторный модуль и аккумуляторная батарея размещены внутри короба. Для улучшения связи антенна модуля беспроводной передачи может простиаться наружу из короба.

Таким образом, детекторный модуль/модуль беспроводной передачи защищен от жестких эксплуатационных условий в доменной печи, но при этом является доступным время от времени, если открыть короб. Несмотря на тот факт, что детекторный модуль/модуль беспроводной передачи размещен в закрытом металлическом коробе, беспроводную передачу обеспечивают благодаря тому, что антенна выведена из короба наружу.

В вариантах конструктивного выполнения короб включает в себя стальной трубчатый элемент, один конец которого расположен так, чтобы охватывать отверстие в металлическом кожухе (печи) и приварен к внешней поверхности металлического кожуха, причем противоположный конец трубчатого элемента плотно закрыт крышкой.

Как правило, защитный слой может включать в себя холодильные элементы и/или огнеупорную футеровку. Зонды мониторинга состояния могут заделываться в холодильные элементы и/или огнеупорную футеровку. Выражение "холодильный элемент" использовано здесь в смысле, подразумевающим любое холодильное устройство, которое может быть использовано в рабочем пространстве шахтной или доменной печи, включая хорошо известные холодильные плиты или плитовые холодильники.

Мониторинг состояния холодильных элементов, предпочтительно, обеспечивают посредством конструктивного выполнения, изложенного в п.7 формулы изобретения. Зонд мониторинга состояния включает в себя один или несколько токопроводящих контуров, расположенных на предварительно заданных заглублениях под передней плоскостью корпуса холодильной плиты, причем каждый контур соединен с парой контактных выводов на задней плоскости корпуса так, что по изменению электрической характеристики контура(ов) вследствие истирания может быть обнаружен износ токопроводящих контуров. Эту конструкцию зонда мониторинга состояния также можно обозначить как детекторный зонд истирания.

Зонд мониторинга состояния с такими токопроводящими контурами можно анализировать детекторным модулем, соединенным с контактными выводами, на основе различных электрических принципов - изменения напряжения, тока или сопротивления.

Предпочтительно, детекторный модуль выполнен с возможностью анализа состояния замкнутой электрической цепи каждого токопроводящего контура.

Такой анализ может быть легко осуществлен, поскольку он не требует предварительной калибровки и не подвержен воздействию температурных вариаций.

Вышеприведенный и другие варианты конструктивного выполнения изложены в прилагаемых зависимых пунктах формулы изобретения.

Согласно другому аспекту предметом настоящего изобретения является холодильная плита для металлургической печи или шахтной печи, как изложено в п.10 формулы изобретения. Она включает в себя корпус с передней плоскостью и противоположащей задней плоскостью, причем при эксплуатации передняя плоскость обращена в сторону внутреннего пространства печи. Корпус имеет в нем по меньшей мере один канал для хладагента для циркуляции охлаждающей текучей среды, например воды. На передней стороне, предпочтительно, имеются чередующиеся ребра и канавки.

Следует отметить, что в корпус заделан по меньшей мере один детекторный зонд истирания для обнаружения его истирания. Детекторный зонд истирания включает в себя несколько токопроводящих контуров, расположенных на предварительно заданных заглублениях под передней плоскостью корпуса и электрически изолированных от него, причем каждый контур соединен с парой контактных выводов на задней плоскости корпуса так, что по изменению электрической характеристики контура(ов) вследствие истирания может быть обнаружен износ корпуса.

Холодильная плита отличается далее тем, что:

токопроводящие контуры выполнены в виде токопроводящих линий на плате,

каждый токопроводящий контур описывает, по существу, U-образную форму, при этом контуры вставлены друг в друга,

токопроводящие контуры простираются, по существу, от задней стороны в направлении толщины корпуса так, что концевая секция, образующая истираемую секцию, каждого контура расположена на предварительно заданном расстоянии (d_1 , d_2 , d_3) от передней плоскости (плиты),

зонд размещен в сквозном расточном отверстии или в глухом расточном отверстии в корпусе,

зонд включает в себя цилиндрический кожух, охватывающий плату с токопроводящими контурами, причем цилиндрический кожух имеет форму, совпадающую с формой расточного отверстия, и цилиндрический кожух изготовлен из того же материала, что и корпус холодильной плиты.

Другие варианты конструктивного выполнения этой холодильной плиты изложены в зависимых пп. 11-14 формулы изобретения.

Согласно еще одному аспекту предметом изобретения является детекторный зонд истирания, как

изложено в п.15 формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

Ниже на основе примеров приведено описание настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, где:

фиг. 1 - вид в поперечном разрезе варианта конструктивного выполнения предложенной холодильной плиты, оборудованной датчиками мониторинга состояния и установленной на внешней стене доменной печи,

фиг. 2 - схематичный вид детекторного зонда истирания, заделанного в не находившуюся в эксплуатации холодильную плиту,

фиг. 3 - схематичный вид детекторного зонда истирания, заделанного в частично изношенную холодильную плиту,

фиг. 4 - вид в аксонометрии, иллюстрирующий в поперечном разрезе монтаж детекторного зонда истирания с модифицированным кожухом,

фиг. 5 - вид детекторного зонда истирания по фиг. 1 в покомпонентном изображении,

фиг. 6 - вид другого варианта конструктивного выполнения детекторного зонда истирания в покомпонентном изображении,

фиг. 7 - детализовка по фиг. 1, показывающая короб для размещения детекторного модуля, и

фиг. 8 - вид в поперечном разрезе холодильной плиты, модернизированной предложенным детекторным зондом истирания.

Подробное описание предпочтительного варианта конструктивного выполнения

Как было рассмотрено выше, современная эксплуатация доменной печи основана, как правило, на использовании технологических данных, полученных датчиками и зондами технологических параметров, расположенными в различных точках в печи.

В дополнение к отслеживанию технологических параметров, необходимы датчики мониторинга состояния, чтобы оценивать состояние истирания компонентов доменной печи. Далее в контексте настоящего изобретения будет приведено описание мониторинга состояния в доменной печи в увязке с заявленным решением на предмет обнаружения истирания в холодильных элементах, а именно в холодильных плитах. Сначала будут описаны конструкция и установка детекторного зонда истирания, а затем функциональное спаривание с модулем беспроводной передачи для передачи данных, например, в центр управления или в систему хранения и/или обработки данных либо на заводской площадке, либо в "облаке" (глобальная сеть).

Предпочтительный вариант конструктивного выполнения холодильной плиты 10, оборудованной средствами для мониторинга состояния, показан на фиг. 1. Холодильная плита 10 установлена на внешней стене 11 (или обечайке) доменной печи. Такая внешняя стена традиционно задана поставленным стоймя металлическим кожухом, как правило, из стали (показан только частично), который на своей внутренней поверхности 11.2 снабжен огнеупорной футеровкой, покрывающей внешнюю стену и под печи (на фиг. 1 для простоты показана только часть огнеупорной футеровки, обозначенная ссылочным обозначением 15). Холодильные плиты расположены между стеной 11 обечайки и огнеупорной футеровкой 15 для целей охлаждения, они закреплены анкерными приспособлениями 11.1.

На фиг. 1 показана только часть холодильной плиты 10. Как известно из уровня техники, холодильная плита 10 включает в себя корпус 12, который, как правило, сформован из сляба, то есть изготовлен из литой или ковальной болванки из меди, медного сплава, литейного чугуна или стали. Корпус 12 содержит по меньшей мере один заделанный канал 14 для традиционного хладагента, чтобы обеспечивать теплоотводящий защитный экран между внутренним пространством печи 11.2 и стеной 11 печи. Охлаждающую текучую среду (как правило, воду) направляют на циркуляцию в каналах 14 для хладагента через соответствующие соединительные патрубки 14.1, расположенные с прохождением через стену 11.

Корпус 12 имеет переднюю плоскость 16, которая обращена в сторону внутреннего пространства печи и противоположащую заднюю плоскость 18, которая при эксплуатации обращена к стене 11 печи.

Как показано на фиг. 1, передняя плоскость 16 корпуса 12, предпочтительно, имеет структурированную поверхность, прежде всего, с чередующимися пластинчатыми ребрами 20 и канавками 22. Когда холодильную плиту 10 монтируют в печи, канавки 22 и ребра 20 располагают, по существу, горизонтально, чтобы обеспечить крепежные приспособления под футеровку из огнеупорных кирпичей.

При эксплуатации доменной печи футеровка из огнеупорных кирпичей подвергается эрозии под действием сходящего шихтового материала, приводя к тому, что холодильные плиты оказываются незащищенными и открытыми к воздействию жестких эксплуатационных условий внутри доменной печи.

Как результат, в зависимости от условий эксплуатации доменной печи может возникать истирание холодильных плит, так что желательно осуществлять диагностирование состояния истирания холодильных плит.

Для диагностирования состояния таких холодильных плит в них заделано несколько детекторных зондов истирания.

Соответственно, в этом конструктивном выполнении корпус 12 содержит несколько сквозных точечных отверстий 26, которые рассверлены в направлении перпендикулярно передней плоскости 16 кор-

пуса 12. Диаметр расточных отверстий 26 задан с такими размерами, чтобы принимать в них детекторные зонды 24 истирания.

Конструкцию детекторного зонда 24 истирания можно лучше уяснить по схематичным видам на фиг. 2 и 3, которые соответственно представляют состояние не находившейся в эксплуатации холодильной плиты и состояние частично изношенной холодильной плиты.

Зонд 24 включает в себя несколько токопроводящих контуров 28, в данном случае - 3.

Каждый токопроводящий контур 28 соединен с парой контактных выводов 30, расположенных при эксплуатации на задней плоскости 18 корпуса 12. Каждый токопроводящий контур 28 простирается в направлении толщины корпуса с выходом на заданное заглубление под передней плоскостью 16. Более конкретно, концевая секция каждого контура 28 расположена на соответствующем заданном расстоянии d_1 , d_2 , d_3 от передней плоскости 16. Такая концевая секция образует истираемую секцию 32, рассчитанную на изменение состояния и/или унос из-за истирания по ходу того, как истирается передняя плоскость холодильной плиты. В практическом применении токопроводящие контуры 28 комбинируют с опорной платой или пластиной, отделяют и изолируют друг от друга.

Общая конфигурация токопроводящих контуров 28 не имеет важного значения для детекторного зонда 24 истирания при условии, что истираемые секции 32 выходят на соответствующие заданные значения расстояния от передней плоскости 16. В конструктивном выполнении на фиг. 2 контуры 28 имеют U-образную конфигурацию с двумя параллельными линиями, простирающимися от контактных выводов 30 на задней плоскости 18 и соединенными между собой третьей поперечной линией, образующей истираемую секцию 32 на предварительно заданном расстоянии от передней плоскости 16. Три контура 28 проложены на несущей плате 42, вставлены друг в друга и изолированы друг от друга.

Такой зонд с токопроводящими контурами на несущей плате 42 может легко изготавливаться, например, как печатная плата.

На фиг. 2 холодильная плита 10 не изношена. Зонд 24 простирается между передней плоскостью 16 и задней плоскостью 18 холодильной плиты 10.

По ходу эксплуатации материал внутри печи ударяется и трется о холодильные плиты 10 и эффект высокоинтенсивного истирания отрывает куски холодильных плит. На корпусе 12 холодильной плиты появляются признаки истирания, показанные пунктирной линией на фиг. 3. Детекторный зонд 24 истирания истирается вместе с корпусом 12 плиты 10. Когда профиль истирания доходит до глубины, соответствующей расстоянию d_1 , истираемая секция 32 внешнего токопроводящего контура прерывается и в нем не может циркулировать никакой ток.

С прогрессирующим развитием истирания он достигает истираемых секций других токопроводящих контуров (на расстоянии d_2 , а затем d_3), при этом истираемые секции прерываются, только если холодильная плита оказалась истертой в их конкретном местоположении.

Проверяя целостность всех токопроводящих контуров 28, в таком случае представляется возможным сделать заключение об остаточной толщине холодильной плиты (зная координаты d_1 , d_2 и т.д. для различных токопроводящих контуров).

Контактные выводы 30 контуров 28 могут соединяться с детекторным модулем 34 проводами 36. В вариантах конструктивного выполнения детекторный модуль может непосредственно соединяться с контактными выводами, либо же между детекторным модулем и контактными выводами могут иметься другие компоненты.

Детекторный модуль 34, предпочтительно, выполнен с возможностью анализа состояния замкнутой электрической цепи каждого контура 28. Если для токопроводящего контура 28 констатируется состояние замкнутой цепи, то ток, поданный на соответствующие контактные выводы, может циркулировать через него. Это подтверждает целостность цепи. Таким образом, можно сделать заключение, что холодильная плита не повреждена или истерлась на соответствующую глубину.

Детекторный модуль 34 может быть выполнен для оценки соответствующих токопроводящих контуров через заданные интервалы времени, например через каждые несколько часов или, предпочтительно, один раз в день, чтобы экономить энергию.

Детекторный модуль 34 установлен на задней плоскости холодильной плиты или дальше на удалении от нее, как это будет рассмотрено далее по тексту. На фиг. 1 детекторный модуль 34 помещен в закрытый короб 38 за пределами стены 11 печи. Детекторный модуль 34 соединен в этом случае с тремя зондами 24 проводами 36, проходящими через отверстие в стене 11 печи.

Обратившись теперь к фиг. 5, увидим возможную конструкцию детекторного зонда 24 истирания, использованного на фиг. 1. Как указывалось выше, токопроводящие контуры 28 опираются, как правило, на, по существу, жесткую несущую, такую как плата 42 или пластина. Она может легко изготавливаться по технологии производства печатных плат, например с помощью мокрого или сухого травления платы, плакированной медью. Плата 42 может изготавливаться из эпоксидной смолы или другого подходящего материала. Технология печати может также использоваться для формирования токопроводящих контуров/токопроводящих дорожек. Открытая поверхность токопроводящих дорожек может быть изолирована покрытием из электроизоляционного материала (наносимого распылением, покраской или ламинированием). Там, где желательно, могут изготавливаться многослойные структуры, в которых различные то-

копроводящие контуры наращены поверх других.

Это только примеры, для формирования токопроводящих дорожек на несущей плате можно использовать любую подходящую технологию.

Как станет понятным из фиг. 5, детекторный зонд 24 истирания предпочтительно включает в себя цилиндрический кожух, охватывающий собой печатную плату 42. Цилиндрический кожух имеет внешнюю форму, совпадающую с формой расточного отверстия 26 в корпусе 12.

Цилиндрический кожух состоит из двух полуцилиндрических частей 44, между которыми зажата печатная плата 42. Две полуцилиндрические части 44 прижаты друг к другу, зажимая в середине печатную плату 42 так, что образуется цилиндрическая форма, вписывающаяся внутрь расточного отверстия 26. Две полуцилиндрические части 44 могут удерживаться вместе с использованием любых подходящих фиксирующих приспособлений, например, не показанных винтов или клея. Скручивание или склеивание при этом не являются обязательными. Достаточным может быть просто собрать две полуцилиндрические части с печатной платой между ними и ввести их в расточное отверстие в корпусе холодильной плиты. В вариантах конструктивного выполнения в местах сопряжения между частями кожуха/печатной платой может быть предусмотрен, например, слой из теплопроводной пасты.

Чтобы обеспечить хорошее охлаждение и не влиять на профиль износа, части 44 кожуха предпочтительно изготавливают из того же самого материала, что и корпус 12 холодильной плиты, то есть части 44 кожуха могут быть изготовлены из меди или медного сплава. В принципе, части кожуха могут быть изготовлены из материалов, которые будут давать такие же или сопоставимые характеристики/скорость истирания, предпочтительно следует избегать материалов, которые тверже материала корпуса. Более мягкие материалы можно использовать в случаях, когда расточное отверстие 26 довольно узкое.

Для целей расположения по месту каждая полуцилиндрическая часть 44 может включать в себя заплечик 46 на конце, приходящемся на заднюю плоскость корпуса 12 (на том же конце, на котором есть контактные выводы 30). Заплечики 46 образуют секцию большего диаметра, которая упирается в ответную радиальную поверхность 48 (фиг. 4) во входном сечении 48 монтажного расточного отверстия 26, предусмотренного в корпусе 12. Заплечики 46 и опорная поверхность 48 определяют положение зонда 24 в направлении толщины корпуса 12.

Можно отметить, что на фиг. 4 задняя плоскость 18 содержит выточку 50, в которой рассверлено отверстие 26. Эта выточка 50 предусматривает место для размещения, например, детекторного модуля или другого компонента. Такая выточка 50 не является обязательной и она фактически не предусмотрена в конструктивном выполнении на фиг. 1, где контактные выводы 30 расположены, по существу, наравне с задней плоскостью корпуса 12.

На той же фиг. 4 показано дополнительное фиксирующее приспособление, которое включает в себя винт 52 с шайбой 53, вставленный в резьбовое отверстие 54 рядом с зондом 24. Свободный конец укреплённой секции (на кожухе зонда, там, где заплечики) подвергнут механической обработке для выполнения одной или двух аксиально простирающихся плоских граней, задающих соответствующие радиальные поверхности 56. Как показано на фиг. 4, шайба 53 (и, по возможности, головка винта) после установки перекрывает радиальную поверхность 56, блокируя зонд 24 по месту. Благодаря этой конструкции винт 52 предупреждает осевое и вращательное перемещение кожуха зонда 24.

Альтернативная конструкция детекторного зонда истирания, обозначенная ссылочным обозначением 124, показана на фиг. 6. Идентичные или одинаковые элементы обозначены здесь теми же самыми ссылочными обозначениями с добавлением числа 100. По сравнению с зондом 24, первое отличие заключается в разводке токопроводящих линий. Печатная плата 142 включает в себя заданное количество, а именно три, U-образных токопроводящих контура 128, вставленных друг в друга. Токопроводящие контуры 128 не являются электрически автономными, а совместно используют один и тот же заземляющий контактный вывод 157, уменьшая общее количество контактных выводов 130.

Другое отличие состоит в том, что полуцилиндрические части 144 содержат аксиально простирающуюся выточку 158, открытую на конце, где выступают контактные выводы и по размерам рассчитанную для размещения печатной платы 142.

В вышеприведенных вариантах конструктивного выполнения детекторный зонд 24 истирания, 124 показан простирающимся по всей толщине корпуса 12, то есть является установленным в сквозном расточном отверстии 26. При этом детекторный зонд истирания может иметь меньшую длину и быть вставленным в глухое расточное отверстие.

В других, не показанных вариантах конструктивного выполнения детекторный зонд истирания может располагаться в корпусе холодильной плиты без использования кожуха, будучи при этом залитым материалом-наполнителем. Например, со стороны задней плоскости холодильной плиты может быть рассверлено глухое расточное отверстие, заполняемое впоследствии материалом-наполнителем, например бетоном. Детекторный зонд истирания, состоящий из платы, несущей на себе токопроводящие контуры, вставляют затем в глухое расточное отверстие. В таком конструктивном выполнении плату, предпочтительно, располагают по месту так, чтобы она по ходу эксплуатационного процесса находилась в вертикальной плоскости. И наоборот, когда плата 42 с токопроводящими контурами предусмотрена в кожухе (зонда), как на фиг. 4, зонд предпочтительно располагают так, чтобы плата 42 по ходу эксплуата-

ционного процесса лежала в горизонтальной плоскости.

Теперь обратимся к электропроводке зондов 24. Как пояснено выше, несколько зондов 24, как правило, заделывают в корпус 12 холодильной плиты в различных местах, приходящихся каждое либо на канавку, либо на ребро (см., например, фиг. 1). Анализ целостности контуров 28, как правило, осуществляют детекторным модулем 34, отдельным от собственно зонда. Детекторный модуль 34 может быть связан с одним или несколькими зондами в зависимости от выбора технологии изготовления. Детекторный модуль 34, как правило, включает в себя плату выборки данных, имеющую несколько контактов под вводы/выводы, которое определяет количество соединений с токопроводящими контурами. Детекторный модуль предпочтительно включает в себя процессорное устройство, выполненное с возможностью осуществлять анализ каждого токопроводящего контура 28. При этом таковое (процессорное устройство) не является обязательным, и детекторный модуль может использоваться просто как интерфейс, а анализ осуществляют на центральном посту управления доменной печью.

В конструктивном выполнении по фиг. 1 зонды 24 на одной и той же холодильной плите соединены электропроводкой с общим детекторным модулем 34 (провода 36 от соответствующих зондов проходят к детекторному модулю 34). Собственно детекторный модуль 34 размещен в коробе 38 за пределами обечайки 11 печи. Более детально это проиллюстрировано на фиг. 7.

Короб 38 включает в себя стальной трубчатый элемент 38.1, один конец которого расположен так, чтобы охватывать отверстие 40 в металлическом кожухе 11 (печи) и приварен герметичным образом к внешней поверхности металлического кожуха 11. Противоположный конец трубчатого элемента 38.1 плотно закрыт крышкой 38.2. В данном случае крышка 38.2 прикручена к круглому фланцу 38.3, приваренному к трубчатому элементу 38.1. Между обращенными друг к другу поверхностями крышки и фланца помещена кольцевая прокладка 38.4. Таким образом, короб 38 обеспечивает лючок для доступа в печь через отверстие, при этом является герметично закрытым, когда доменная печь находится в режиме эксплуатации, чтобы избежать потерь давления.

Можно отметить, что такой короб 38 известен из уровня техники, используя, прежде всего, для доступа к термопарам. Ссылочной ссылкой обозначением 60 на фиг. 7 обозначена термопара, традиционным способом вмонтированная в заднюю сторону холодильной плиты, чтобы отслеживать ее температуру. Термопара простирается в короб для облегчения манипулирования с ней и замены в случае необходимости.

Необходимо отметить, что детекторный модуль 34 функционально соединен с модулем 62 беспроводной передачи для передачи на центральный пост управления доменной печью данных о состоянии корпуса 12 холодильной плиты, определенных с помощью детекторных зондов 24 истирания. Детекторный модуль 34 и модуль 62 беспроводной передачи запитываются от аккумуляторной батареи 64. Антенна 66 модуля беспроводной передачи предпочтительно пропущена через короб 38 из расчета выхода за пределы короба 38 (и стены 11 печи). В показанном конструктивном выполнении в расточном отверстии 38.5 в крышке 38.2 предусмотрена сальниковая набивка 65, и антенна 66 направлена через расточное отверстие 38.5. Провод (не показан) от термопары 60 также, как правило, проходит через это расточное отверстие 38.5.

Изобретение в данном случае для установки зондов мониторинга состояния использует преимущество имеющихся лючков для доступа, то есть коробов 38 на обечайке доменной печи. Детекторный модуль 34 установлен в коробе 38, за пределами стены печи, а провода 36 удобным способом могут быть пропущены через отверстие 40.

Использование модуля 62 беспроводной передачи исключает передачу информации по длинной и дорогостоящей электропроводке, соединяющей отдельные детекторные модули 34 с центральным постом управления. Это обеспечивает значительное преимущество в плане сокращения времени останова печи на техническое обслуживание.

Функционирование модуля 62 беспроводной передачи может быть основано на любой подходящей технологии/стандартах беспроводной связи, например Wi-Fi, Bluetooth, 3G, 4G, LTE, Laura и т.п.

В отличие от зондов для отслеживания технологических параметров, использование модулей, запитываемых от аккумуляторных батарей, имеет смысл в отношении мониторинга состояния, поскольку непрерывный поток данных в этом случае не требуется. Детекторный модуль запрограммирован на выполнение анализа состояния/износа холодильной плиты один или два раза в день. Такая малая по времени включения нагрузка на детекторные зонды состояния обеспечивает длительную работу на аккумуляторных батареях. Срабатывание аккумуляторных батарей может быть основано на любой подходящей технологии.

Обратившись, наконец, к фиг. 8, увидим здесь показанное конструктивное выполнение, иллюстрирующее эффективность изобретения для модернизации существующих доменных печей. Идентичные или одинаковые элементы обозначены теми же ссылочными обозначениями, что и на фиг. 7. Для мониторинга износа холодильной плиты 10 достаточно высверлить отверстие 40 в обечайке 11 печи и через изоляционный слой 13 между обечайкой 11 и холодильной плитой 10. Затем высверливают сквозное расточное отверстие 26 в корпусе холодильной плиты в направлении по ее толщине от задней стороны к передней стороне. Само собой разумеется, что сквозное отверстие высверливают в разведенном месте

для исключения вскрытия внутреннего охлаждающего канала. На фигуре также можно распознать короб 38, который обеспечивает заделываемый лючок для доступа к отверстию 40.

Затем в сквозное отверстие вставляют детекторный зонд 24 истирания, представленный на фиг. 6 и 7. Внутренний диаметр сквозного отверстия 26 и внешний диаметр зонда 24 приспособаны так, что посадка осуществляется с небольшим зазором. Провод 35', соединенный с одним концом печатной платы в зонде, протягивают через отверстие 40 и через стенку корпуса 38. В данном случае провод 35' проходит через отверстие 38.5 в крышке 38.2, которое уплотнено сальниковой набивкой 65.

Можно отметить, что зонд 24 является удерживаемым по месту с помощью пружины сжатия 72, расположенной в одну линию с осью зонда 24 и упирающейся одним концом в заднюю сторону кожуха зонда, а другим концом - во внутреннюю сторону крышки 38.2. Это обеспечивает, что зонд 24 остается полностью вставленным в расточное отверстие так, что концы токопроводящих контуров находятся в известном положении. По сравнению с другими фиксирующими приспособлениями, такими как винты, использование пружины 72 имеет преимущество, заключающееся в том, что она не требует дополнительной механической обработки или подготовки холодильной плиты. Если желательно, в пружину 72 может быть вставлена направляющая втулка 74 на части проходимого пружины 72.

Провод 35' подсоединяют за пределами печи к блоку 70, состоящему из детекторного модуля 34, модуля 62 беспроводной передачи и аккумуляторной батареи 64 и расположенному в металлическом кожухе 70.1. Модуль 62 беспроводной передачи подсоединяют к антенне 66' за пределами кожуха 70.1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шахтная печь, прежде всего доменная печь, включающая в себя: металлический кожух (11), задающий внешнюю стену печи, защитный слой, защищающий внутреннюю поверхность внешней стены, по меньшей мере один зонд (24) мониторинга состояния, расположенный внутри внешней стены и в пределах защитного слоя для мониторинга его состояния,

причем по меньшей мере один зонд мониторинга состояния соединен с детекторным модулем (34), функционально соединенным с модулем (62) беспроводной передачи, которые запитаны от аккумуляторной батареи и расположены за пределами внешней стены для передачи данных мониторинга состояния, и

причем внешняя стена (11) содержит отверстие (40) для проводного соединения между по меньшей мере одним зондом (24) мониторинга состояния и модулем (62) беспроводной передачи, а на внешней поверхности металлического кожуха (11) газонепроницаемым образом установлен короб (38), чтобы закрывать отверстие (40).

2. Шахтная печь по п.1, причем детекторный модуль (34) выполнен для оценки состояния посредством по меньшей мере одного зонда мониторинга состояния через предварительно заданные интервалы времени, но не более одного или двух раз в день.

3. Шахтная печь по п.1 или 2, причем модуль (62) беспроводной передачи, детекторный модуль (34) и аккумуляторная батарея размещены внутри корпуса (38), а антенна (66) модуля (62) беспроводной передачи простирается наружу из корпуса (38).

4. Шахтная печь по пп.1, 2 или 3, причем короб (38) включает в себя стальной трубчатый элемент (38.1), один конец которого расположен так, чтобы охватывать отверстие (40) и приварен к внешней поверхности металлического кожуха, причем противоположный конец трубчатого элемента (38.1) плотно закрыт крышкой (38.2).

5. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем защитный слой включает в себя холодильные элементы (10) и/или огнеупорную футеровку (15), а зонды (24) мониторинга состояния заделаны в холодильные элементы и/или огнеупорную футеровку.

6. Шахтная печь по п.5, причем холодильные элементы (10) прикреплены к внутренней поверхности внешней стены (11), а зонды (24) мониторинга состояния заделаны в корпус (12) холодильных элементов.

7. Шахтная печь по п.6, причем зонд (24) мониторинга состояния включает в себя несколько токопроводящих контуров (28), расположенных на предварительно заданных заглублениях под передней плоскостью корпуса и электрически изолированных от него, причем каждый контур соединен с парой контактных выводов (30) на задней плоскости корпуса так, что по изменению электрической характеристики контура(ов) вследствие истирания может быть обнаружен износ корпуса,

причем:

токопроводящие контуры выполнены в виде токопроводящих линий на плате (42),

каждый токопроводящий контур (28) описывает, по существу, U-образную форму, при этом контуры вставлены друг в друга,

токопроводящие контуры (28) простираются, по существу, от задней стороны в направлении толщины корпуса так, что концевая секция, образующая истираемую секцию, каждого контура расположена на предварительно заданном расстоянии (d_1 , d_2 , d_3) от передней плоскости,

зонд (24) размещен в сквозном расточном отверстии (26) или в глухом расточном отверстии в корпусе,

зонд (24) включает в себя цилиндрический кожух, охватывающий плату с токопроводящими контурами, причем цилиндрический кожух имеет форму, совпадающую с формой расточного отверстия, и цилиндрический кожух изготовлен из того же материала, что и корпус (12) холодильной плиты (10).

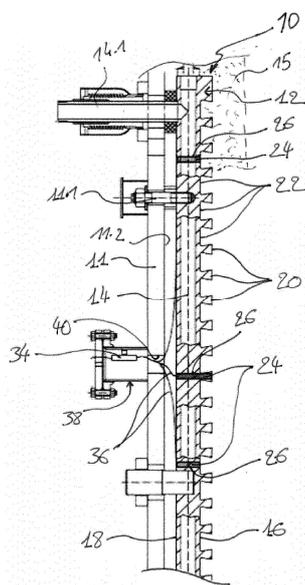
8. Шахтная печь по п.7, причем детекторный модуль (34) соединен с контактными выводами (30) и выполнен для оценки электрических характеристик каждого контура (28), прежде всего одного из параметров - напряжения, тока или сопротивления каждого контура.

9. Шахтная печь по п.8, причем детекторный модуль (34) выполнен для оценки состояния замкнутой электрической цепи каждого токопроводящего контура (28) на основе измерения сопротивления.

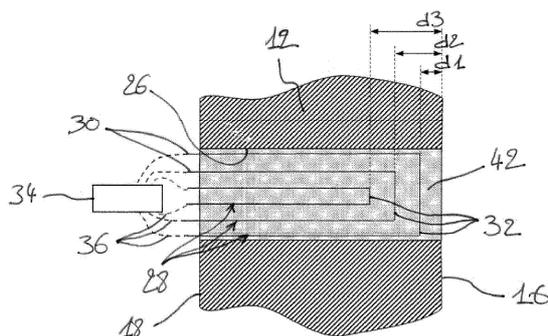
10. Шахтная печь по пп.7, 8, или 9, причем цилиндрический кожух состоит из двух полуцилиндрических частей (44), а плата с токопроводящими контурами удерживается между двумя полуцилиндрическими частями.

11. Шахтная печь по одному из пп.7-10, причем зонд (24) вставлен с предварительным натягом в расточное отверстие (26), прежде всего посредством пружинного элемента (72), упирающегося в задний конец кожуха зонда и стенку корпуса (38).

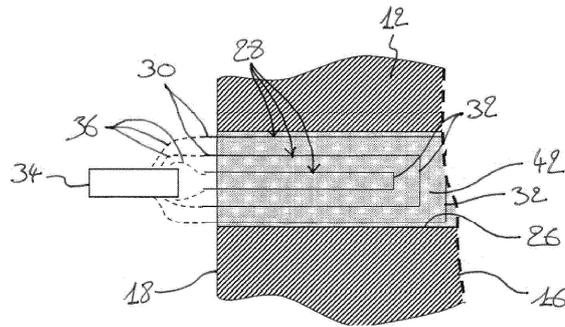
12. Шахтная печь по одному из пп.7-11, причем кожух изготовлен из меди или медного сплава.



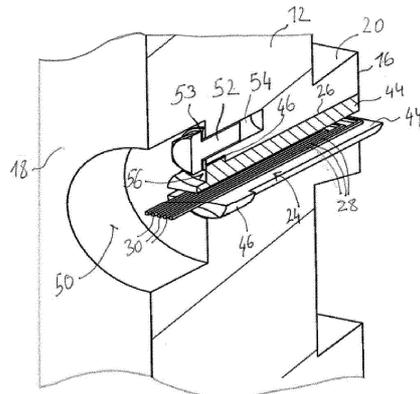
Фиг. 1



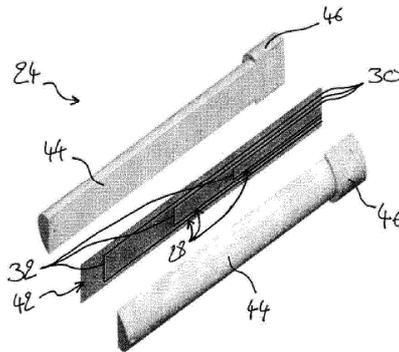
Фиг. 2



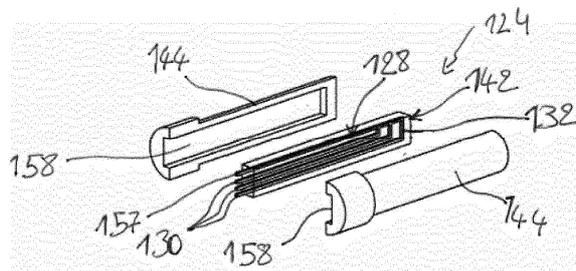
Фиг. 3



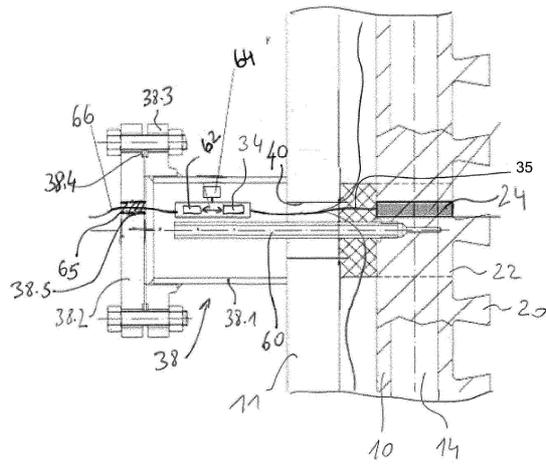
Фиг. 4



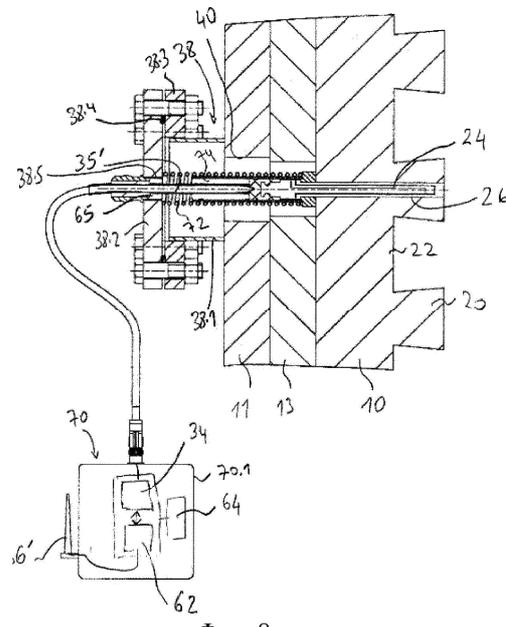
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

