

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040255**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.13

(21) Номер заявки
201991765

(22) Дата подачи заявки
2018.01.31

(51) Int. Cl. **F27D 21/00** (2006.01)
F27D 21/04 (2006.01)
F27B 1/28 (2006.01)
F27B 3/28 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ И СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ

(31) **17305116.0**

(32) **2017.02.01**

(33) **EP**

(43) **2019.12.30**

(86) **PCT/EP2018/052432**

(87) **WO 2018/141809 2018.08.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ИМЕРТЕК САС (FR)

(72) Изобретатель:
**Эйвис Рассел Н., Дюкю Де Сен Поль
Жюльетт (FR)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-1922029**
JP-B2-3480786
US-A1-2004114663
US-A-2990542

(57) Изобретение относится к системам обнаружения повреждений огнеупорных футеровок для сосудов с расплавленным металлом, содержащим электропроводящую сетку, размещенную под поверхностью огнеупорной футеровки, ближайшей к расплавленному металлу при применении, один или более электропроводящих электродов, размещенных в контакте с расплавленным металлом при применении, и источник электрического питания, причем электропроводящая металлическая сетка и один или более электропроводящих электродов электрически соединены друг с другом так, чтобы образовывать разомкнутую электрическую цепь, питаемую упомянутым источником электрического питания, и обнаруженное замыкание упомянутой электрической цепи во время нормального применения сосуда с расплавленным металлом указывает на то, что упомянутая огнеупорная футеровка повреждена, или присутствие расплавленного металла во время нормальной работы сосуда замыкает упомянутую электрическую цепь в случае, когда огнеупорная футеровка повреждена. Изобретение относится к способу обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке во время применения, а также к применению системы обнаружения повреждений согласно изобретению.

040255 B1

040255 B1

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к системам обнаружения повреждений в огнеупорных футеровках, а также к способам обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке, таким как применение системы согласно настоящему изобретению.

Предпосылки изобретения

Огнеупоры представляют собой материалы, имеющие свойства, которые делают их пригодными для использования в качестве термостойких барьеров в высокотемпературных применениях. Эти материалы применимы, например, в качестве футеровки подов вагранки и сифонов, в доменных печах, основных, вспомогательных и качающихся желобах и, в более общем смысле, в сосудах или горловинах сосудов, ковшах, промежуточных разливочных устройствах, реакционных камерах и лотках, которые содержат, направляют поток или пригодны для способствования промышленной обработке жидких металлов и шлаков или любых других имеющих высокую температуру жидкостей, твердых веществ и газов.

Неформованные огнеупорные материалы обладают способностью образовывать бесшовную футеровку и часто называются монолитными. Обычно их получают в порошковой форме и, необязательно, смешивают с водой перед нанесением так, что они могут быть смонтированы литьем, напылением и торкретированием, с последующим затвердеванием и высушиванием, или в виде сухих смесей с использованием вибротрамбовок, перед обжигом. Формованные материалы имеются в виде кирпичей, плит или т.п. Все они пригодны в качестве огнеупорных футеровок.

Огнеупорные футеровки подвергаются высокой механической, термической и химической нагрузке во время применения, так как они приходят в контакт с расплавленными металлами, которые имеют высокую температуру, плотность и могут быть химически корродирующими в случае образования шлака или других материалов. Расплавленный металл также может заходить в любые трещины или зазоры, образовавшиеся в огнеупорной футеровке, и вызывать повреждение внутри существующей футеровки.

Чтобы улучшить как безопасность, так и экономическую эффективность при литье металла, в течение длительного времени изыскивались усовершенствования огнеупорных материалов для получения лучшей химической, механической и/или термической стойкости. Были внедрены другие улучшения, состоящие в креплении огнеупорных футеровок к наружным стенкам, например в печи, за счет применения специального крепежа или посредством монтажа дополнительных расходных или защитных футеровок.

Однако всегда будет оставаться проблема ограниченного срока службы огнеупорных футеровок. Повреждение огнеупорных футеровок, приводящее к проникновению расплавленного металла в поврежденную футеровку через отверстия, трещины, зазоры или т.п., вызывает опасность утраты надежности работы футеровки, размещена ли она в печи, ковше, реакционной камере или в любом другом варианте применения.

Например, патентный документ EP 1504830 A1 раскрывает оптический или термический способ определения конструктивной целостности огнеупорной футеровки. Кроме того, патентный документ JP N09-72852 раскрывает способ обнаружения трещин в огнеупорных футеровках с использованием инфракрасного изображения поверхностей внутренней стенки огнеупорной футеровки. Распределение температуры на внутренней стенке футеровки позволяет обнаружить трещины в футеровке.

Однако эти способы могут быть применены только тогда, когда огнеупорная футеровка не находится в эксплуатации (т.е. не при применении). Другими словами, это позволяет проводить регулярные проверки футеровки, но не обеспечивает мониторинга целостности огнеупорной футеровки в режиме реального времени.

Поэтому уровень техники связан с проблемой.

Краткое описание изобретения

Настоящее изобретение охарактеризовано в прилагаемой формуле изобретения.

В частности, настоящее изобретение может быть воплощено системой обнаружения повреждений огнеупорных футеровок для сосудов с расплавленным металлом, содержащей электропроводящую сетку, размещенную под поверхностью огнеупорной футеровки, ближайшей к расплавленному металлу при применении, один или более электропроводящих электродов, размещенных в контакте с расплавом металла при применении, и источник электрического питания, причем упомянутая электропроводящая металлическая сетка и упомянутые один или более электропроводящих электродов электрически соединены друг с другом так, чтобы образовывать разомкнутую электрическую цепь, питаемую упомянутым источником электрического питания, и причем обнаруженное замыкание упомянутой электрической цепи во время нормального применения сосуда с расплавленным металлом указывает на то, что упомянутая огнеупорная футеровка повреждена. Система согласно этому изобретению обеспечивает постоянный онлайн-мониторинг состояния огнеупорной футеровки.

В дополнительном варианте осуществления настоящее изобретение может быть воплощено системой обнаружения повреждений огнеупорных футеровок для сосудов с расплавленным металлом, содержащей электропроводящую сетку, размещенную под поверхностью огнеупорной футеровки, ближайшей к расплавленному металлу при применении, один или более электропроводящих электродов, размещен-

ных в контакте с расплавленным металлом при применении, и источник электрического питания, причем упомянутая электропроводящая металлическая сетка и упомянутые один или более электропроводящих электродов электрически соединены друг с другом так, чтобы образовывать разомкнутую электрическую цепь, питаемую упомянутым источником электрического питания, и причем присутствие расплавленного металла во время нормальной работы сосуда замыкает упомянутую электрическую цепь в случае, если огнеупорная футеровка повреждена. Система согласно этому изобретению обеспечивает постоянный онлайн-мониторинг состояния огнеупорной футеровки.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения огнеупорная футеровка может представлять собой монолитную огнеупорную футеровку или огнеупорную футеровку, составленную из отдельных фрагментов, таких как огнеупорные кирпичи или плиты. Было обнаружено, что система согласно изобретению может быть применена к огнеупорным футеровкам любого типа.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, источник электрического питания содержит батарею, или он может состоять из одной или более батарей. Было найдено, что батареи надежно обеспечивают достаточное питание для работы системы обнаружения повреждений согласно изобретению.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения источник электрического питания содержит две или более батареи, соединенных параллельно. Конструкция этого типа обеспечивает дополнительную надежность в случае выхода батареи из строя.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, замыкание обычно разомкнутой электрической цепи приводит к срабатыванию аварийной сигнализации. Аварийный сигнал может быть звуковым сигналом, или визуальным сигналом, или комбинацией обоих. Срабатывание аварийной сигнализации указывает, что отслеживаемая огнеупорная футеровка могла быть повреждена, и позволяет операторам принять любые контрмеры, какие потребуются.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения в случае, когда две или более батареи соединены параллельно, каждая из батарей может быть соединена с отдельной аварийной сигнализацией. Конструкция этого типа обеспечивает дополнительную надежность в случае выхода батареи из строя.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения система может дополнительно содержать одну или более индикаторных цепей, которые замкнуты, когда источник электрического питания находится в нормальном эксплуатационном режиме. Такие индикаторные цепи позволяют отслеживать, что система обнаружения находится во включенном состоянии и функционирует. Например, индикаторная цепь может быть соединена с контрольным источником света, таким как светодиод (LED), который показывает, что система действует.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения система может дополнительно содержать переключатель, который, когда приводится в действие отдельно, замыкает обычно разомкнутую электрическую цепь, тем самым вызывая срабатывание аварийной сигнализации, если она установлена. Это позволяет оператору вручную проверять, включены ли или нет система обнаружения повреждений и аварийная сигнализация и находятся ли они в рабочем состоянии.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения сетка, размещенная под поверхностью огнеупорной футеровки, может быть заменена наружным металлическим кожухом сосуда с расплавленным металлом. Было найдено, что такая конструкция является более простой и поэтому более дешевой в монтаже, в частности, в случае немонолитных огнеупорных футеровок, выполненных из кирпичей или плит. В то же время она срабатывает, только если повреждение в огнеупорной футеровке является таким, что расплавленный металл проникает насквозь до внутренней металлической стенки сосуда с расплавленным металлом.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения система может дополнительно содержать вторичную цепь между сеткой и источником электрического питания, которая может быть отключена переключателем. Эта вторичная цепь позволяет проверить, что первичное кабельное соединение между сеткой и источником электрического питания является неповрежденным, например, посредством срабатывания светодиодной лампы, когда переключатель замкнут.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения система может дополнительно содержать вторичную цепь между упомянутыми одним или более проводящими электродами и источником электрического питания, которая может быть отключена переключателем. Эта вторичная цепь позволяет проверить, что первичное кабельное соединение между электродами и источником электрического питания является неповрежденным, например, посредством срабатывания светодиодной лампы, когда переключатель замкнут.

Согласно дополнительным вариантам осуществления настоящего изобретения, система обнаружения повреждений согласно изобретению смонтирована внутри огнеупорной футеровки, установленной в сосуде с расплавленным металлом или горловине сосуда, ковше, промежуточном разливочном устройстве, реакционной камере и лотке или в поде вагранки, сифоне, доменной печи или основном, вспомогательном и качающемся желобе. Упомянутая огнеупорная футеровка и/или сосуд с расплавленным металлом или горловина сосуда, ковш, промежуточное разливочное устройство, реакционная камера и лоток

или под вагранки, сифон, доменная печь или основной, вспомогательный или качающийся желоб также составляют часть настоящего изобретения.

Часть настоящего изобретения также составляет способ обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке во время работы, причем способ включает установку системы обнаружения повреждения согласно настоящему изобретению и обнаружение замыкания содержащейся в ней электрической цепи. Было найдено, что с использованием этого способа мог быть получен эффективный мониторинг целостности огнеупорной футеровки во время работы.

Часть настоящего изобретения также составляет применение системы согласно настоящему изобретению в способе обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке. Это применение оказалось полезным для отслеживания целостности огнеупорной футеровки сосуда с расплавленным металлом во время его работы.

Понятно, что нижеследующее описание касается примерных вариантов осуществления настоящего изобретения и не должно быть ограничивающим объем формулы изобретения.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение согласно прилагаемой формуле изобретения представляет систему для обнаружения любого повреждения в огнеупорной футеровке для сосуда с расплавленным металлом. Система является простой в монтаже и применении и позволяет проводить непосредственный онлайн-мониторинг целостности огнеупорной футеровки во время работы с расплавленным металлом. Принцип действия системы состоит в том, что монтируется разомкнутая электрическая цепь, в которой источник питания имеет один полюс, соединенный с электропроводящей сеткой, которая размещена под поверхностью отслеживаемой огнеупорной футеровки, и второй полюс, соединенный с электродом, который будет в контакте с расплавленным металлом во время нормальной работы сосуда с расплавленным металлом. При условии, что отслеживаемая огнеупорная футеровка является неповрежденной, разомкнутая электрическая цепь не будет активироваться. Однако если в отслеживаемой огнеупорной футеровке имеется повреждение, это позволит расплавленному металлу во время работы приходить в электрически проводящий контакт с сеткой, тем самым замыкая электрическую цепь и вызывая установление тока в цепи. Если с цепью соединена аварийная сигнализация, то оператор может быть оповещен о повреждении в огнеупорной футеровке.

Согласно настоящему изобретению замыкание разомкнутой электрической цепи указывает на то, что огнеупорная футеровка повреждена до такой степени, что расплавленный металл проникает в футеровку. Согласно потребностям оператора электропроводящая сетка может быть установлена на такой глубине относительно поверхности огнеупорной футеровки, обычно находящейся в контакте с расплавленным металлом, при которой нарушение надежности или экономической жизнеспособности огнеупорной футеровки считается вероятным. Соответственно, чувствительность системы согласно настоящему изобретению может быть приспособлена к предъявляемым оператором требованиям. Например, в частности, в случае немонолитных огнеупорных футеровок, образованных из кирпичей и/или плит, электропроводящая сетка может быть размещена под упомянутыми кирпичами и/или плитами так, что система срабатывает только тогда, когда расплавленный металл проникает под выбранный слой огнеупорных кирпичей и/или плит. В еще одном варианте осуществления электропроводящая сетка может быть размещена непосредственно на внутренней стороне наружной стенки сосуда, или наружная стенка сосуда может быть заменена электропроводящей сеткой при условии, что внутренняя стенка самого сосуда является электропроводящей.

Одно преимущество системы согласно настоящему изобретению состоит в том, что контроль повреждения огнеупорной футеровки проводится во время работы огнеупорной футеровки внутри сосуда с расплавленным металлом. Поэтому больше не требуются регулярные проверки в промежутке между рабочими циклами сосуда с расплавленным металлом, и может быть сокращена продолжительность простоев. Кроме того, система адаптируема к конкретным требованиям оператора размещением электропроводящей сетки на необходимой глубине. В случае литых монолитных огнеупорных футеровок электропроводящая сетка может быть размещена на любой глубине. В случае огнеупорных футеровок, собранных из кирпичей и/или плит, электропроводящая сетка должна размещаться между слоями или под неким слоем, как требуется. Возможно размещение сетки под всей поверхностью или, по существу, под всей поверхностью контролируемой огнеупорной футеровки. В альтернативном варианте одна или более сеток могут быть размещены только на особых участках, которые рассматриваются как наиболее подверженные риску повреждения. Любой альтернативный вариант является частью настоящего изобретения.

Один или более электропроводящих электродов, применяемых в настоящем изобретении, размещены так, что они находятся в контакте с расплавленным металлом во время нормальной работы сосуда. Например, один электрод может пронизывать стенку сосуда на уровне ниже того уровня, до которого сосуд обычно заполнен во время работы. В альтернативном варианте электрод может выступать через основание упомянутого сосуда так, что он находится в контакте с расплавленным металлом, заливаемым на основание сосуда. Это приводит к приведению электрода в действие при начале заливки расплавленного металла в сосуд. В альтернативном варианте электрод может быть размещен проникающим в сосуд

с расплавленным металлом через большое отверстие наверху сосуда. Например, электрод может быть введен через верхнее отверстие только после того, как сосуд был заполнен расплавленным металлом, тем самым обеспечивая мониторинг повреждения в конкретное время в процессе работы. В таком случае электрод может быть удален после испытания.

Источник питания, используемый в настоящем изобретении, может представлять собой батарею, например стандартную 12-вольтовую батарею. В альтернативном варианте система может запитываться от других источников питания, таких как, например, сетевое электричество (AC), аккумуляторы (DC), солнечные панели или любой другой источник питания, известный специалисту в этой области техники. Несколько источников питания могут быть подключены параллельно, чтобы обеспечить дополнительную надежность системы в случае, если один источник питания будет истощен или выйдет из строя. Например, две батареи могут быть смонтированы параллельно, и одна батарея и главное соединение могут быть смонтированы параллельно, тогда как любой из источников питания может действовать как запасной для другого источника питания.

Когда электрическая цепь системы обнаружения повреждения согласно настоящему изобретению замкнута, обычно вследствие просачивания расплавленного металла в огнеупорную футеровку, приводящего к контакту электропроводящей сетки с электродом, обычно срабатывает аварийная сигнализация. Аварийный сигнал может быть звуковым сигналом, таким как гудок, зуммер, свист, звонок или т.п. Это привлекает внимание оператора к тому, что огнеупорная футеровка сосуда с расплавленным металлом может быть повреждена, и позволяет ему принимать надлежащие меры. Аварийный сигнал может альтернативно быть визуальным сигналом, таким как мигающий свет, горящий светодиод, движущийся объект или т.п., также привлекающий внимание оператора. Аварийный сигнал может быть комбинацией нескольких визуальных и/или звуковых сигналов. Если несколько источников питания применяются параллельно, каждый источник питания может инициировать отдельный аварийный сигнал, или, альтернативно, каждый источник питания может инициировать несколько аварийных сигналов.

В систему обнаружения повреждения согласно настоящему изобретению могут быть встроены различные контрольные и индикаторные цепи, чтобы обеспечивать мониторинг активности системы обнаружения повреждения.

Например, может быть установлена индикаторная цепь, которая приводится в действие, когда источник электропитания находится в нормальном эксплуатационном режиме. Это может быть, например, цепь, непосредственно связывающая соединенный с электропроводящей сеткой полюс источника питания с подсоединенным к одному или более электродам полюсом источника питания через индикатор. Например, индикатор может представлять собой источник света, такой как светодиод. Этот "контрольный светодиод" будет показывать, что электрический ток протекает в индикаторную цепь и что источник питания находится в режиме функционирования. Кроме того, индикаторная цепь может включать в себя переключатель для включения и выключения контрольного сигнала индикаторной цепи.

Может быть установлена дополнительная индикаторная цепь, содержащая переключатель для обязательного закорачивания основной цепи обнаружения. В этом случае источник питания подает питание на аварийную сигнализацию, если она установлена, когда переключатель включают, без фактического повреждения огнеупорной футеровки. Это позволяет оператору контролировать функционирование аварийной сигнализации.

Кроме того, могут быть предусмотрены индикаторные цепи для соединения электропроводящей сетки или упомянутых одного или более электродов с вторичным источником питания, с переключателем, чтобы проверять целостность соединений соответствующих частей с основным источником питания системы обнаружения повреждений.

Часть настоящего изобретения также составляют способ обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке сосуда с расплавленным металлом во время работы и применение системы обнаружения повреждений согласно настоящему изобретению.

Следует отметить, что настоящее изобретение может включать любую комбинацию указанных здесь признаков и/или ограничений, за исключением комбинаций таких признаков, которые являются взаимоисключающими. Приведенное выше описание направлено на конкретные варианты осуществления настоящего изобретения для цели иллюстрирования их. Однако специалисту в этой области техники будет очевидно, что возможны многочисленные модификации и вариации описанных здесь вариантов осуществления. Все такие модификации и вариации предполагаются входящими в пределы объема настоящего изобретения, определяемого в прилагаемой формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система обнаружения повреждений огнеупорных футеровок для сосудов с расплавленным металлом, содержащая
 электропроводящую сетку, размещенную под поверхностью огнеупорной футеровки, ближайшей к расплавленному металлу при применении;
 один или более электропроводящих электродов, размещенных в контакте с расплавленным метал-

лом при применении; и

источник электрического питания;

причем упомянутая электропроводящая металлическая сетка и упомянутые один или более электропроводящих электродов электрически соединены друг с другом так, чтобы образовывать разомкнутую электрическую цепь, питаемую упомянутым источником электрического питания,

при этом система обнаружения повреждений огнеупорных футеровок выполнена таким образом, что

(i) обнаруженное замыкание упомянутой электрической цепи во время нормального применения сосуда с расплавленным металлом указывает на то, что упомянутая огнеупорная футеровка повреждена, и/или

(ii) присутствие расплавленного металла во время нормальной работы сосуда замыкает упомянутую электрическую цепь в случае, когда огнеупорная футеровка повреждена,

при этом источник электрического питания содержит две батареи, соединенные параллельно, и

при этом система обнаружения повреждений смонтирована внутри огнеупорной футеровки, установленной в сосуде с расплавленным металлом или горловине сосуда, ковше, промежуточном разливочном устройстве, реакционной камере или лотке, или в поде вагранки или сифоне, доменной печи, или основном, вспомогательном или качающемся желобе,

при этом система обнаружения повреждений содержит переключатель, выполненный с возможностью искусственно закорачивать упомянутую разомкнутую электрическую цепь.

2. Система обнаружения повреждений по п.1, в которой упомянутая огнеупорная футеровка представляет собой монолитную огнеупорную футеровку.

3. Система обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов, в которой замыкание упомянутой электрической цепи приводит к срабатыванию аварийной сигнализации.

4. Система обнаружения повреждений по п.3, в которой каждая из соединенных параллельно батарей связана с отдельной аварийной сигнализацией.

5. Система обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая одну или более индикаторных цепей, срабатывающих, когда упомянутый источник электрического питания находится в нормальном режиме функционирования.

6. Система обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов, в которой упомянутые электропроводящие электроды электрически соединены со стальным кожухом упомянутого сосуда с расплавленным металлом.

7. Система обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая вторичное электрическое соединение между упомянутой электропроводящей сеткой и источником электрического питания, которое может быть прервано переключателем.

8. Система обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая вторичную цепь между всеми из упомянутых одного или более электропроводящих электродов и источником электрического питания, которая может быть прервана переключателем.

9. Способ обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке, включающий установку системы обнаружения повреждений по любому из предшествующих пунктов и обнаружение замыкания содержащейся в ней электрической цепи.

10. Применение системы по любому из пп.1-8 в качестве средства для обнаружения повреждения в огнеупорной футеровке.

