

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042004**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.23

(51) Int. Cl. **H05B 7/109** (2006.01)
H05B 7/09 (2006.01)

(21) Номер заявки
202092994

(22) Дата подачи заявки
2019.06.03

(54) САМОСПЕКАЮЩИЙСЯ ЭЛЕКТРОД

(31) **PCT/EP2018/064657**

(32) **2018.06.04**

(33) **EP**

(43) **2021.04.02**

(86) **PCT/EP2019/064364**

(87) **WO 2019/233955 2019.12.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РАЙНФЕЛЬДЕН КАРБОН
ПРОДАКТС ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:
Беккер Роберт, Бауэр Стефан (DE)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) **DE-A1-4010353**
DE-A1-2521873
DE-B-1161652
EP-A1-0179164
CN-A-104427673

(57) Изобретение относится к устройству для самоспекающегося электрода, содержащему электрод (1), который имеет по меньшей мере три зоны: первую зону (4) с незакоксованным углеродсодержащим соединением, вторую зону (5), которая примыкает к первой зоне (4), и в которой углеродсодержащее соединение предусмотрено в виде от пастообразного до жидкого, третью зону (6), которая примыкает к второй зоне (5), и в которой углеродсодержащее соединение предусмотрено закоксованным; и цилиндрический корпус (2), который окружает по меньшей мере первую и вторую зоны (4), (5). Устройство дополнительно содержит трубку (7) или (7a), которая может быть поднята и опущена в вертикальном направлении (y), она проходит частично внутри цилиндрического корпуса (2), проходит первые две зоны (4), (5) и заканчивается над третьей зоной (6) или проходит в нее, и удерживающий элемент (100), который может быть удлинен, для поглощения усилий на растяжение, при этом указанный удерживающий элемент проходит частично внутри трубки (7), (7a) и частично вне трубки (7), (7a). Первый конец удерживающего элемента (101) может быть соединен с возможностью отсоединения с крепежным элементом (11), и второй конец удерживающего элемента (102) проходит в третью зону (6) и закреплен в ней.

042004
B1

042004
B1

Область техники

Изобретение относится к устройству для самоспекающегося электрода и также к способу управления этим устройством.

Предыдущий уровень техники

Технология самоспекающихся электродов, известных как электроды Содерберга, известна с начала 20 века. Термин электрод Содерберга относится к самоспекающимся или самообжигающимся электродам, имеющим следующий технический принцип: композиция электрода (в виде твердых частиц при комнатной температуре) содержащая углеродные носители, такие как антрацит, нефтяной кокс, графит и связующее вещество каменноугольного смоляного пека, плавится под действием технологического тепла при температуре 120-200°C, создаваемого при помощи электрического нагревания, и образует некарбонизированную композицию с консистенцией от жидкой до пастообразной. При 500°C и выше композиция электрода переходит в твердое, а именно в карбонизированное, состояние и ее электрическое сопротивление снижается. На кончике электрода, который окружен плазмой или электрической дугой, композиция электрода присутствует в графитированном состоянии при температурах более чем 2000°C. Эта электродная технология в основном применяется в электродуговой печи, например, при восстановлении железных сплавов. Электрод Содерберга для плавильно-восстановительных печей для изготовления кремния содержит цилиндрический корпус в виде наружной стенки из листового металла, со способным непрерывно удлиняться графитовым электродом, который меньше, чем, то есть имеет меньший диаметр чем, наружная стенка из листового металла, при этом он расположен внутри наружной стенки из листового металла. Наружная стенка из листового металла непрерывно наполняется композицией электрода, например, в виде брикетов. Для компенсации потери наружной стенки из листового металла в результате сгорания приваривают дополнительные наружные стенки из листового металла, и наружная стенка смещается в вертикальном направлении. Графитовый электрод, основной функцией которого является удержание композиции Содерберга, можно перемещать вверх и вниз в вертикальном направлении внутри наружной стенки из листового металла. Композиция электрода перемещается внутри наружной стенки из листового металла посредством перемещения вниз графитового электрода. Графитовый электрод непрерывно удлиняется посредством соединения вместе отдельных фрагментов графитового электрода. Каждую область, в которой фрагмент графитового электрода примыкает к последующему фрагменту графитового электрода и соединен с ним, называют зоной соединения. Замена и удлинение графитового электрода удлиняет каждую часть электрода, которая поглощается процессом восстановления (известным как сгорание электрода). Подвод энергии, который обеспечивает образование спеченного и электропроводного электрода из композиции электрода, зависит, во-первых, от технологического тепла печи и во-вторых от электрического тока, который подается в наружную стенку посредством контактных зажимов. Использование графитового электрода, который находится в сердцевине фактического электрода Содерберга, соответственно удерживающего композицию электрода и благодаря своей хорошей электропроводности также обеспечивающего передачу электрического тока, в течение многих лет является стандартной технологией при производстве металлического кремния. В этом контексте используют термин технология композитных материалов.

Однако проблемой, связанной с электродом Содерберга, имеющим графитовый электрод в сердцевине, стала высокая теплопроводность графита. Теплопередача внутри графитового электрода приводит к большому температурному градиенту между поверхностью электрода и серединой электрода. Замена, а именно относительное движение композиции электрода и наружной стенки из листового металла, таким образом, иногда становится сложной. Кроме того, обеспечивается расположение графитового электрода в центре, поскольку другое неравномерное распределение электрического тока приводит к несимметричному спеканию и механическим нагрузкам, связанным с этим, что может иметь неблагоприятное влияние на свойства материалов самоспекающегося электрода в результате. В таких случаях существует высокая вероятность возникновения нежелательного разрушения электрода. Кроме того, зоны соединения представляют собой слабые места в графитовом электроде, которые также способствуют разрушению электрода.

Описание изобретения

Целью настоящего изобретения является преодоление по меньшей мере одного недостатка известного из предыдущего уровня техники.

Эта цель достигается посредством признаков из п.1. Предпочтительные варианты осуществления изобретения указаны в зависимых пунктах.

Устройство изобретения для самоспекающегося электрода, в котором электрод имеет по меньшей мере три зоны, а именно первую зону, содержащую некарбонизированную углеродсодержащую композицию, вторую зону, которая примыкает к первой зоне, и в которой углеродсодержащая композиция присутствует в виде от пастообразного до жидкого, и третью зону, которая примыкает ко второй зоне, и в которой углеродсодержащая композиция присутствует в карбонизированном виде, содержит трубку, которая может быть поднята и опущена в вертикальном направлении (y) и удерживающий удлиняемый элемент для поглощения усилий на растяжение. Удерживающий элемент является удлиняемым неупругим элементом, например, стержнем, или удлиняемым упругим элементом, например, тросом. Оба эле-

мента состоят по меньшей мере частично из теплостойкого материала, который является стойким до температуры по меньшей мере 1000°C. Поскольку материал, который используют, например, является сталью высокой теплостойкости или материалами на основе углеродных волокон. По меньшей мере первая и вторая зоны электрода окружены цилиндрическим корпусом. Трубка находится частично внутри цилиндрического корпуса, проходит через первую и вторую зоны и заканчивается выше третьей зоны. Удерживающий элемент проходит частично внутри трубки и частично вне трубки. Первый конец удерживающего элемента соединен с возможностью отсоединения с крепежным элементом, и второй конец удерживающего элемента проходит в третью зону и закреплен в ней.

Трубка служит для приложения сдвигающего или сжимающего усилий к углеродсодержащей композиции. Она может быть поднята и опущена в вертикальном направлении. Таким образом, углеродсодержащая композиция может быть перемещена относительно цилиндрического корпуса. Этот процесс называют заменой. С этой целью трубка имеет подходящие средства, которые делают это вертикальное перемещение возможным. Эти средства соединены с конструктивной структурой завода, которая окружает устройство изобретения. Средства являются, например, двумя зажимными кольцами, которые, если смотреть в вертикальном направлении, расположены друг напротив друга и соединены друг с другом посредством гидравлики для замены, например, смещающих цилиндров. Первое зажимное кольцо называют верхним зажимным кольцом и второе зажимное кольцо, которое расположено, если смотреть в вертикальном направлении, ниже первого зажимного кольца, называют нижним зажимным кольцом. Трубка проходит внутри этих двух зажимных колец и зажата ими. Замена может быть описана следующим образом: нижнее кольцо из двух зажимных колец открыто, верхнее зажимное кольцо зажимает трубку в нужном положении и опускается гидравлически в направлении нижнего зажимного кольца. Нижнее зажимное кольцо закрыто и зажимает трубку в нужном положении. Верхнее зажимное кольцо открыто и перемещается гидравлически вверх в свое начальное положение.

Трубка предпочтительно имеет такие размеры, чтобы существующие средства, которые изначально использовали для графитового электрода, могли быть использованы для замены. Во время замены трубку перемещают вертикально внутри первой зоны и второй зоны, но не внутри третьей зоны, поскольку трубка здесь впечется в углеродсодержащую композицию. Трубка прижимается к третьей зоне.

В иллюстративном варианте осуществления концевой элемент, который способствует процессу замены, предусмотрен на одном конце трубки, которая заканчивается выше третьей зоны.

В дополнительном варианте осуществления устройства изобретения несущий элемент, который прижимает электрод к первой зоне при опускании трубки, предусмотрен на каждой секции трубки, которая проходит внутри цилиндрического корпуса. Во время замены этот несущий элемент способствует перемещению углеродсодержащей композиции относительно цилиндрического корпуса. Несущий элемент выполнен таким образом, чтобы было возможным непрерывное беспрепятственное наполнение углеродсодержащей композицией в виде частиц. Иллюстративный вариант осуществления является звездообразной компоновкой отдельных несущих элементов на наружной стороне трубки. В зависимости от варианта осуществления только один несущий элемент или один концевой элемент, или и тот, и другой могут быть предусмотрены на трубке.

В дополнительном варианте осуществления устройства изобретения трубка предусмотрена с отверстиями или перфорациями, например, проколами или прорезями. Таким образом композиция Содерберга может поступать во внутреннюю часть трубки. Это особенно полезно, когда трубка (предпочтительно выполненная из алюминия) проходит в зону 3 и используется для замены (прессования). В этом случае нет необходимости в несущих элементах. Тогда трубка должна иметь возможность удлиняться непрерывно, и установка несущих элементов, чтобы способствовать процессу замены, таким образом, не является необходимой.

В одном варианте осуществления устройства изобретения трубка расположена концентрически относительно цилиндрического корпуса электрода. Эта компоновка является идеальной для распределения усилий на растяжение и сжимающих усилий.

В иллюстративном варианте осуществления трубка выполнена из металла, например, стали. Входа в третью зону следует избегать, поскольку это приводит к нежелательному поступлению железа.

В дополнительном иллюстративном варианте осуществления трубка выполнена из цветного металла, например, алюминия (и проходит в третью зону).

Второй функцией трубки является защита удлиняемого удерживающего элемента, который проходит частично внутри трубки. Это применимо особенно в первой зоне, в которой углеродсодержащая композиция присутствует в некарбонизированном виде. "Некарбонизированный" означает, что углеродсодержащая композиция, среди прочего, присутствует в виде частиц, например, в виде брикетов, которые, что является обычным для технологии Содерберга, подаются непрерывно. Иначе в этой зоне, в частности, удерживающий элемент будет подвергнут высокой механической нагрузке. В иллюстративном варианте осуществления удерживающий элемент выполнен по меньшей мере частично из углеродных волокон. Углеродные волокна в целом чувствительны к сдвигающим и скручивающим движениям, и необходима эффективная защита против фрикционных и ударных нагрузок, которые происходят особенно в первой зоне. Трубка выполняет эту защитную функцию. Удерживающий элемент служит, во-первых

и главным образом, для удержания электрода в нужном положении. Он поддерживает вес электрода, составляющий несколько метрических тонн. Кроме того, должна быть обеспечена теплостойкость до 1000°C и более, поскольку удерживающий элемент иначе может не выполнять необходимой удерживающей функции.

Помимо трубки устройство изобретения содержит вышеупомянутый удлиняемый удерживающий элемент для поглощения усилий на растяжение. Первый конец удерживающего элемента соединен с возможностью отсоединения с крепежным элементом. В предпочтительном варианте осуществления крепежный элемент выполнен в виде штыря, на котором удерживающий элемент может быть подвешен, или в виде фиксатора, в котором удерживающий элемент может быть зажат. Второй конец удерживающего элемента проходит в третью зону. Углеродсодержащая композиция здесь присутствует в карбонизированном виде, а именно в твердой форме. Каждая область удерживающего элемента, которая проходит в эту зону "впекается", а именно прикрепляется, там.

В одном варианте осуществления удерживающим элементом является трос в виде волокнистого композитного материала, состоящего из теплостойких волокон, например, в виде тканого материала, поперечно-вязаного трикотажного полотна, основовязаного трикотажного полотна, плетеных или с однонаправленной ориентацией волокна, или в виде их комбинации. В конкретном варианте осуществления трос является жгутом, имеющим предпочтительно неплотное плетение для возможности сведения к минимуму или устранения перекручиваний и трения в случае растягивающей нагрузки и возможности достижения максимальной прочности на растяжение.

В дополнительном варианте осуществления трос является плетением в виде оплетенной трубки, состоящим из углеродных волокон, которые уложены внахлест (например, примерно 20 см) в виде петли и сшиты посредством нити из углеродного волокна. Петлевой элемент имеет длину петли, оптимизированную для печи и пользователя (длина петли 4 м тогда соответствует удлинению подвески электрода, составляющему 2 м). В одном варианте осуществления трос содержит множество петель, соединенных друг с другом. Вторая петля проходит через первую петлю. Между первой петлей и второй петлей существует область контакта, которая разделяет вторую петлю на первую часть петли и вторую часть петли. Третья петля проходит через две части петли второй петли. Между второй петлей и третьей петлей существует область контакта, которая разделяет третью петлю на первую часть петли и вторую часть петли (и т.д.). Таким образом, трос может быть продолжен непрерывно и без ограничения.

В дополнительном варианте осуществления область контакта (или области контакта) покрыта между последовательными петлями синтетическим волокнистым композитным материалом (например, тканым материалом, поперечно-вязаным трикотажным полотном, основовязаным трикотажным полотном, плетеных или с однонаправленной ориентацией волокна, или их комбинацией) в виде кожуха для защиты области контакта и чтобы способствовать эластичности петельной цепи. Синтетическими волокнами являются, например, арамидные и/или параарамидные волокна, такие как Kevlar® (поли(п-фенилен-терефталамид), Nomex® (арамид, полученный из м-фенилендиамина и изофталевой кислоты), Twaron®, Technora, Teijinonex, фенолформальдегидные волокна, такие как Kynol, полиамидные/полиимидные волокна, такие как Kevmel, полибензимидазольные волокна или смеси этих волокон.

В дополнительном варианте осуществления одно или более дополнительных мест удержания (как крепление в композиции Содерберга) могут быть созданы с регулярными или нерегулярными интервалами, например, от 10 до 30 см в петельной цепи. С этой целью короткие части из углеродного волокна, например, куски троса или шнуры, которые предусмотрены с узлами на концах, вплетены в петлю или продеты через петлю. В иллюстративной компоновке короткие части из углеродного волокна соединены поперечно с промежутком приблизительно 20 см. В дополнительном иллюстративном варианте осуществления части из углеродного волокна имеют длину в диапазоне от 15 до 40 см и диаметр в диапазоне от 10 до 20 мм.

Утолщение приводит к образованию области контакта, поскольку две части петли здесь соединены со следующей петлей. Это утолщение оказалось преимущественным для прикрепления удерживающего элемента в углеродсодержащей композиции, особенно в третьей зоне.

В другом варианте осуществления удерживающий элемент является стержнем и содержит множество отдельных элементов стержня, которые функционально соединены друг с другом. Отдельные элементы стержня соединены на своих концах функциональными соединениями для образования стержня. Таким образом, стержень удлиняется непрерывно. Функциональное соединение следует понимать, например, как винтовое соединение или разъемное соединение.

В способе изобретения управления устройством изобретения углеродсодержащая композиция трех зон перемещается относительно корпуса на первом этапе посредством вертикального опускания трубки. Этот этап повторяется периодически до достижения трубкой конца второй зоны. Нагрузка на удерживающий элемент затем снижается посредством уменьшения усилий на растяжение, действующих на удерживающий элемент, после чего удерживающий элемент удлиняется и удлиненный удерживающий элемент закрепляют посредством крепежного элемента. Усилие на растяжение затем применяют к удлиненному удерживающему элементу, и трубку поднимают, пока она снова не окажется внутри первой

зоны. Первый этап затем реализуют снова.

В предпочтительном варианте способа изобретения на изменение размера удерживающего элемента влияет конец удерживающего элемента, который может быть соединен с крепежным элементом, изменяющим размер посредством соединения с по меньшей мере одной дополнительной петлей или с по меньшей мере одним дополнительным элементом стержня.

Краткое описание графических материалов

Изобретение проиллюстрировано более подробно ниже с помощью рабочих примеров в связи с графическими материалами. На фигурах изображено следующее:

на фиг. 1 схематически показано частичный разрез (продольный разрез) самоспекающегося электрода с устройством согласно изобретению, при этом удерживающий элемент выполнен в виде троса, и трубка оснащена несущими элементами;

на фиг. 2а схематически показана часть удерживающего элемента и его конструкция из отдельных петель;

на фиг. 2b схематически показана отдельная петля удерживающего элемента, которая предусмотрена с частями из углеродного волокна, продетыми через область контакта, и с кожухом в области контакта;

на фиг. 3 схематически показан частичный разрез (продольный разрез) самоспекающегося электрода с устройством согласно изобретению, при этом удерживающий элемент выполнен в виде стержня с отдельными элементами стержня, и трубка оснащена несущими элементами;

на фиг. 4 схематически показан частичный разрез (продольный разрез) самоспекающегося электрода с устройством согласно изобретению, при этом удерживающий элемент выполнен в виде троса, и трубка (без несущих элементов) является перфорированной.

Способы осуществления изобретения

Частичный разрез самоспекающегося электрода с устройством согласно изобретению показан схематически на фиг. 1. Электрод 1 содержит цилиндрический корпус 2 в виде наружной стенки из листового металла, который непрерывно наполняется углеродсодержащей композицией в виде частиц (брикетами). Средства 9, которые обеспечивают перемещение корпуса в вертикальном направлении, расположены на цилиндрическом корпусе 2. Это называют заменой наружной стенки. Эти средства соединены с конструктивной структурой завода, которая окружает устройство изобретения (не видимой на фиг. 1). Этими средствами являются, например, два зажимных кольца 91 и 92 наружной стенки, которые расположены друг напротив друга, если смотреть в вертикальном направлении, и соединены друг с другом посредством гидравлики для замены, например, смещающего цилиндра 93. Первое зажимное кольцо 91 наружной стенки называют верхним зажимным кольцом 91 наружной стенки, и второе зажимное кольцо 92 наружной стенки, которое, если смотреть в вертикальном направлении, расположено ниже первого зажимного кольца наружной стенки, называют нижним зажимным кольцом 92 наружной стенки. Цилиндрический корпус 2, а именно наружная стенка из листового металла, проходит внутри этих двух зажимных колец 91, 92 наружной стенки и зажат в нужном положении ими. На замену наружной стенки влияет альтернативное открытие зажимных колец 91, 92 наружной стенки и соответствующие вертикальные перемещения, инициированные гидравликой для замены, а именно смещающим цилиндром 93. Замена наружной стенки может быть описана следующим образом: самое нижнее из двух зажимных колец 92 наружной стенки открыто, верхнее зажимное кольцо 91 наружной стенки плотно захватывает цилиндрический корпус 2 и опускается гидравлически в направлении нижнего зажимного кольца 92 наружной стенки. Нижнее зажимное кольцо 92 закрыто и плотно зажимает цилиндрический корпус 2. Верхнее зажимное кольцо 91 наружной стенки открыто и перемещается гидравлически вверх в свое начальное положение. Электрическая энергия подается на электрод посредством контактных зажимов 3, подобным образом расположенных на цилиндрическом корпусе 2. Тепловая энергия, отданная материалом, который плавится, служит в качестве дополнительного источника энергии. В результате подвода энергии углеродсодержащая композиция в виде частиц, также называемая некарбонизированной композицией Содерберга, переходит из пастообразного состояния в жидкое состояние и наконец в твердое состояние. Твердое состояние также называют карбонизированной композицией Содерберга. Это показано в упрощенной форме в виде трех зон 4, 5 и 6 на фиг. 1. Первая зона 4 содержит некарбонизированную углеродсодержащую композицию. Во второй зоне 5 эта композиция присутствует в виде от пастообразного до жидкого, и в третьей зоне 6 присутствует в карбонизированном виде. Зона 6 показана только частично на фиг. 1. Эта зона является областью электрода 1, которая погружается в реакционную зону печи (не видимой на фиг. 1). В реакционной зоне печи руду (SiO_2) восстанавливают до металлического кремния посредством добавления углерода (например, древесного угля, малозольного угля и древесной стружки). Необходимая электрическая энергия (электрическая дуга или плазма) подается посредством электрода 1. Электрод 1 поглощается в процессе.

На фиг. 1 изображена трубка 7. Она частично расположена вне электрода (область 71) и частично внутри электрода (область 72). Секция трубки 7, которая расположена в области 72, проходит через первую и вторую зоны 4, 5. Трубка 7 не достигает третьей зоны 6, в которой углерод присутствует в карбонизированном виде и, следовательно, твердой форме. В варианте осуществления, показанном схематиче-

ски на фиг. 1, трубка 7 расположена концентрически относительно цилиндрического корпуса 2.

Как можно подобным образом видеть на фиг. 1, удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, проходит частично внутри трубки 7. Трубка 7 защищает удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, от механического повреждения, в частности, в первой зоне 4 электрода, в которой углеродсодержащая композиция присутствует в некарбонизированном виде, часто в виде материала в виде частиц с острыми кромками. В отличие от трубки 7 второй конец 102 удерживающего элемента 100, который уже не окружен трубкой 7, проходит в третью зону 6 электрода. Он закреплен там в карбонизированной углеродсодержащей композиции, а именно "впечен" (второй конец 102 удерживающего элемента 100 не видим полностью на фиг. 1). Первый конец 101 удерживающего элемента, который расположен напротив второго конца 102, соединен с возможностью отсоединения с крепежным элементом 11. Крепежный элемент 11 является, например, зажимными средствами или, как показано схематически на фиг. 1, штырем 110, на котором удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, подвешен и от которого удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, может быть отсоединен снова. Удерживающий элемент 100 служит во-первых и главным образом для поглощения усилий на растяжение и удержания электрода 1.

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, содержит множество сцепленных петель 13. Первый конец 101 удерживающего элемента, выполненный в виде первой петли 13, подвешен на штыре 10. Удерживающий элемент 100, выполненный в виде троса 10, является непрерывно удлиняемым посредством соединения петли 13 со второй петлей 13 и второй петли 13 с третьей петлей 13 (и т.д.). Петля 13 выполнена в виде замкнутого кольца. Отдельные петли выполнены из углеродных волокон. Предпочтительный вариант осуществления этих петель 13 и возможность соединения этих отдельных петель 13 друг с другом изображены на фиг. 2а и 2б.

В каждой области 71 трубки 7, которая проходит вне электрода, предусмотрены средства 8 для перемещения трубки 7 вертикально. Эти средства соединены с конструктивной структурой завода, которая окружает устройство изобретения (не видимой на фиг. 1).

Такие средства 8 являются, например, двумя зажимными кольцами 81, 82, которые расположены друг напротив друга в вертикальном направлении и соединены друг с другом посредством смещающего цилиндра 83. Первое зажимное кольцо 81 называют верхним зажимным кольцом, и второе зажимное кольцо, которое, если смотреть в вертикальном направлении, расположено ниже первого зажимного кольца называют нижним зажимным кольцом 82. Трубка проходит внутри этих двух зажимных колец 81, 82 и зажата в нужном положении ими. Замена может быть описана следующим образом: самое нижнее из двух зажимных колец 82 открыто, верхнее зажимное кольцо 81 плотно зажимает трубку и опускается гидравлически в направлении нижнего зажимного кольца 82. Нижнее зажимное кольцо 82 закрыто и плотно зажимает трубку 7. Верхнее зажимное кольцо 81 открыто и перемещается вверх гидравлически в свое начальное положение.

При активации средств 8 трубка 7 перемещается внутри некарбонизированной углеродсодержащей композиции первой зоны 4 и композиции в виде от пастообразного до жидкого второй зоны 5 и прилагает соответствующие сдвигающие и/или сжимающие усилия к третьей зоне 6. В процессе восстановления карбонизированная углеродсодержащая композиция из третьей зоны 6 поглощается. Это же также применимо к удерживающему элементу 100, в частности, к каждой области удерживающего элемента, которая проходит в третьей зоне 6. В результате замены карбонизированная углеродсодержащая композиция непрерывно подается и непрерывно поглощается посредством непрерывного выгорания электрода. Чтобы способствовать процессу замены, несущий элемент 12, который при вертикальном перемещении трубки 6 прижимается к некарбонизированной углеродсодержащей композиции первой зоны 4, необязательно предусмотрен на наружной стороне трубки 7. Удерживающий элемент 100 является непрерывно удлиняемым. В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, петлю 13, которая образует первый конец 101 удерживающего элемента 100, отсоединяют от штыря 110 и соединяют с дополнительной петлей 13, которую затем подвешивают на штырь 110 снова. Таким образом, удерживающий элемент 100 удлиняется непрерывно при необходимости.

На фиг. 2а изображены части удерживающего элемента 100, выполненные из отдельных петель 13, соединенные друг с другом для образования троса 10. Каждая из петель 13 является, в варианте осуществления, показанном на фиг. 2, выполненной в виде замкнутого кольца. Иллюстративный материал для петель 13 является тканым материалом, состоящим из углеродных волокон. Третья зона 6, состоящая из карбонизированной твердой композиции Содерберга, показана схематически. В этой третьей зоне второй конец 102 удерживающего элемента закреплен, а именно "впечен". В варианте осуществления, показанном на фиг. 2, второй конец 102 удерживающего элемента содержит две петли 13А и 13В. Две петли 13А и 13В соединены друг с другом посредством третьей петли 13С. Третья петля 13С проходит через две петли 13А и 13В. В результате образуется область 130 контакта между двумя петлями 13А и 13В и третьей петлей 13С. Как показано на фиг. 2, петля 13С тогда содержит первую часть 13С петли и вторую часть 13С" петли. Следующая петля 13D проходит через эти две части петли. В результате область 131 контакта тогда образуется между первой частью 13С петли, второй частью 13С" петли и петлей 13D. Петля 13D содержит первую часть 13D' петли и вторую часть 13D" петли. Следующая петля 13Е (ука-

занная в виде стрелки с пунктирной линией на фиг. 2) проходит через первую часть 13D' петли и вторую часть 13D'' петли. В результате образуется область 132 контакта между двумя частями 13D' и 13D'' петли. Петля 13E содержит первую часть 13E' петли и вторую часть 13E'' петли, через которые проходит следующая петля 13F (уже не видимая на фиг. 2а). В зависимости от желаемой длины удерживающий элемент 100 содержит конкретное количество петель, которые соединены друг с другом описанным выше образом. В варианте осуществления удерживающего элемента 100, показанном на фиг. 2а, как используется в устройстве изобретения, второй конец 102 удерживающего элемента образован двумя петлями 13А и 13В, которые соединены третьей петлей 13С. Возможно использовать другой закрепляющий элемент, например, в виде крюка, посредством которого второй конец 102 удерживающего элемента закрепляется в карбонизированной композиции Содерберга вместо двух петель 13А и 13В. Второй конец 102 удерживающего элемента (не видимый на фиг. 2), в предпочтительном варианте осуществления, выполнен таким же образом как, например, петля 13D, изображенная на фиг. 2а. Две части 13D' и 13D'' петли подвешены на штыре 10 (по сравнению с фиг. 1) и образуют конец удерживающего элемента 100. В качестве альтернативы, дополнительный дальнейший закрепляющий элемент, например, подобный крюку, который соединяет две части петли со штырем, может быть предусмотрен между частями петли и штырем 10.

На фиг. 2b показан увеличенный вид петли 13D (в соответствии с фиг. 2а) с частями 13D' и 13D'' петли и ее областями 131 и 132 контакта с петлями 13С или 13Е. Область 131 контакта предусмотрена с покрытием или кожухом 134, состоящим из волокнистого композитного материала. Петля 13D предусмотрена с дополнительными местами 133 удержания в виде частей из углеродного волокна, имеющих узлы на концах.

На фиг. 3 показано изображение фиг. 1 с той разницей, что удерживающий элемент 100 выполнен в виде стержня 20, изготовленного из отдельных элементов 21 стержня. Стержень (20) может быть удлинен при необходимости посредством совмещения элементов (21) стержня. Элементы (21) стержня функционально соединены на их концах, например, посредством разъемного или винтового соединения.

Первый конец удерживающего элемента 101 содержит крепежные средства 11, которые в варианте осуществления, изображенном на фиг. 3, выполнены в качестве примера в виде фиксатора, в котором конец элемента (21) стержня может быть зажат (фиксатор не видим на фиг. 3).

На фиг. 4 показано изображение фиг. 1 с той разницей, что трубка 7а перфорирована, и несущие элементы не предусмотрены на наружной стороне трубки 7а. Также можно видеть, что трубка 7а проходит в третью зону 6. Перфорации 7b делают возможным попадание некарбонизированной углеродсодержащей композиции во внутреннюю часть трубки 7а, что делает использование несущих элементов (12), как на фиг. 1, для оказания давления на некарбонизированную углеродсодержащую композицию первой зоны 4 избыточным.

Список ссылочных позиций:

- 1 - электрод;
- 2 - цилиндрический корпус;
- 3 - контактные зажимы;
- 4 - первая зона (некарбонизированная композиция Содерберга);
- 5 - вторая зона (композиция Содерберга в виде от пастообразного до жидкого);
- 6 - третья зона (карбонизированная твердая композиция Содерберга);
- 7 - трубка;
- 7а - трубка (перфорированная);
- 7b - перфорации;
- 71 - область трубки вне электрода;
- 72 - область трубки внутри электрода;
- 8 - средства для вертикального перемещения трубки;
- 9 - средства для вертикального перемещения цилиндрического корпуса;
- 10 - трос;
- 100 - удерживающий элемент;
- 101 - первый конец удерживающего элемента;
- 102 - второй конец удерживающего элемента;
- 11 - крепежный элемент;
- 12 - несущий элемент;
- 13 - А, В, С, D, Е петли;
- 13 - С, С'', D', D'' части петли;
- 130, 131, 132 - область контакта;
- 133 - места удержания;
- 134 - кожух.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для самоспекающегося электрода (1), при этом электрод (1) содержит по меньшей мере три зоны: первую зону (4), содержащую некарбонизированную углеродсодержащую композицию, вторую зону (5), которая примыкает к первой зоне (4), и в которой углеродсодержащая композиция присутствует в виде от пастообразного до жидкого, третью зону (6), которая примыкает ко второй зоне (5), и в которой углеродсодержащая композиция присутствует в карбонизированном виде; цилиндрический корпус (2), который охватывает по меньшей мере первую и вторую зоны (4), (5), отличающееся тем, что трубка (7), (7а), которая может быть поднята и опущена в вертикальном направлении (у) и которая идет частично внутри цилиндрического корпуса (2), проходит через первые две зоны (4), (5) и заканчивается над третьей зоной (6), удлиняемый удерживающий элемент (100) для поглощения усилий на растяжение, который проходит частично внутри трубки (7), (7а) и частично вне трубки (7), (7а), при этом первый конец удерживающего элемента (101) можно соединять с возможностью отсоединения с крепежным элементом (11), и второй конец удерживающего элемента (102) проходит в третью зону (6) и закреплен в ней.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что удлиняемый удерживающий элемент (100) является удлиняемым неупругим элементом или удлиняемым упругим элементом.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что удлиняемый неупругий элемент является стержнем (20), который состоит по меньшей мере частично из теплостойкого материала, который является стабильным вплоть до температуры по меньшей мере 1000°C.

4. Устройство по п.2, отличающееся тем, что удлиняемый упругий элемент является тросом (10), который состоит по меньшей мере частично из теплостойкого материала, который является стабильным вплоть до температуры по меньшей мере 1000°C.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что трос (10) содержит множество петель (13) и образует области (130), (131), (132) контакта между двумя последовательными петлями (13).

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что отдельные петли (13) выполнены по меньшей мере частично из углеродных волокон.

7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что области (130), (131), (132) контакта предусмотрены с кожухом (134).

8. Устройство по п.5, отличающееся тем, что отдельные петли (13) предусмотрены с дополнительными местами (133) удержания.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что дополнительные места (133) удержания созданы в петлях (13) посредством вплетания или продевания коротких частей из углеродного волокна, которые предусмотрены с узлами на концах.

10. Устройство по п.3, отличающееся тем, что стержень (20) содержит множество отдельных элементов (21) стержня, которые функционально соединены друг с другом.

11. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что по меньшей мере первый конец удерживающего элемента (101) выполнен в виде петли (13) или в виде элемента (21) стержня, при этом петлю (13) или элемент (21) стержня можно соединять с возможностью отсоединения с крепежным элементом (11).

12. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что удерживающий элемент (100) может быть непрерывно удлинен от его первого конца (101) посредством соединения множества отдельных петель (13) или множества отдельных элементов (21) стержня.

13. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что удерживающий элемент (100), содержащий множество петель (13), соединенных друг с другом, имеет первую петлю (13А), вторую петлю (13В), которая проходит через первую петлю (13А), при этом область контакта образована между первой и второй петлями (13А, 13В), и вторая петля (13В) имеет первую часть (13В') петли и вторую часть (13В'') петли, и третью петлю (13С), которая проходит через две части (13В', 13В'') петли второй петли (13В).

14. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубка (7) является перфорированной и трубка (7а) является перфорированной.

15. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубка (7), (7а) расположена концентрически относительно цилиндрического корпуса (2) электрода (1).

16. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубка (7) выполнена из металла, предпочтительно стали.

17. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубка (7а) выполнена из цветного металла или сплава, предпочтительно алюминия.

18. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что концевой элемент, который прижимается к третьей зоне (6), когда трубка (7) опущена, предусмотрен на конце трубки (7), которая заканчивается над третьей зоной (6).

19. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что несущий элемент (12), который прижимается к первой зоне (4) электрода (1), когда трубка (7) опущена, предусмотрен на каждой секции трубки (7), которая проходит внутри цилиндрического корпуса (2).

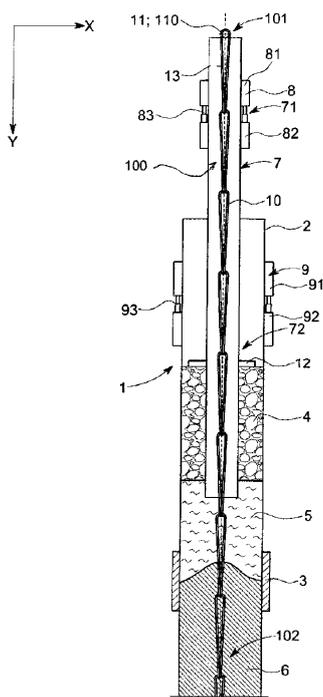
20. Удерживающий элемент (100) для устройства для самоспекающегося электрода по п.1, содержащий множество петель (13), соединенных друг с другом, отличающийся тем, что проходит частично внутри трубки (7), (7а) и частично вне трубки (7), (7а), при этом первый конец удерживающего элемента (101) можно соединять с возможностью отсоединения с крепежным элементом (11), и второй конец удерживающего элемента (102) проходит в третью зону (6) и закреплен в ней; при этом удерживающий элемент имеет первую петлю (13А), вторую петлю (13В), которая проходит через первую петлю (13А), при этом область контакта образована между первой и второй петлями (13А, 13В), и вторая петля (13В) имеет первую часть (13В') петли и вторую часть (13В'') петли, и третью петлю (13С), которая проходит через две части (13В', 13В'') петли второй петли (13В).

21. Удерживающий элемент (100) по п.20, отличающийся тем, что отдельные петли (13А-С) состоят по меньшей мере частично из углеродных волокон.

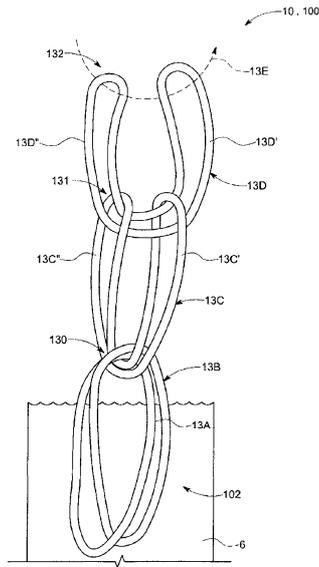
22. Способ управления устройством по любому из предыдущих пп.1-19, отличающийся тем, что первый этап включает перемещение углеродсодержащей композиции трех зон (4, 5, 6) относительно цилиндрического корпуса (2) посредством вертикального опускания трубки (7), (7а), периодическое повторение первого этапа до достижения трубкой (7) или (7а) конца второй зоны (5) или ее входа в третью зону (6), последовательное снижение нагрузки на удерживающий элемент (100) посредством уменьшения усилий на растяжение, действующих на удерживающий элемент (100), удлинение удерживающего элемента (100) и закрепление удлиненного удерживающего элемента (100) посредством крепежного элемента (11), применение усилия на растяжение к удлиненному удерживающему элементу (9'), поднятие трубки (7), (7а) до ее расположения снова внутри первой зоны (4), возобновление с первого этапа.

23. Способ по п.22, отличающийся тем, что на удлинение удерживающего элемента (100) влияет удлинение конца удерживающего элемента (101), который может быть соединен с крепежным элементом (11) посредством соединения по меньшей мере с одной дополнительной петлей (13) или по меньшей мере с одним дополнительным элементом (21) стержня.

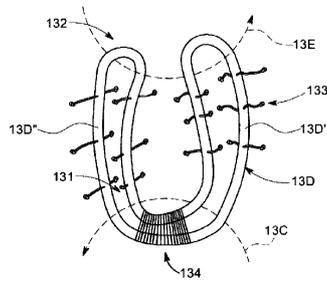
24. Электрод (1), содержащий устройство по любому из предыдущих пп.1-19.



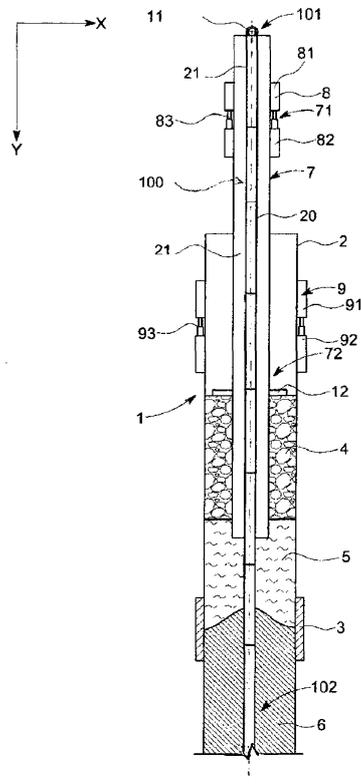
Фиг. 1



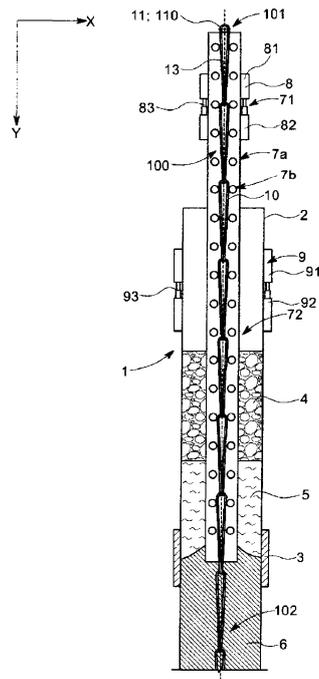
Фиг. 2А



Фиг. 2В



Фиг. 3



Фиг. 4