

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043612**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.06.06**

(21) Номер заявки  
**202090639**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.10.05**

(51) Int. Cl. **B22D 2/00** (2006.01)  
**G01N 27/411** (2006.01)  
**G01N 33/20** (2019.01)

---

(54) **ИММЕРСИОННЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА**

---

(31) **62/568,380**

(32) **2017.10.05**

(33) **US**

(43) **2020.06.22**

(86) **PCT/US2018/054625**

(87) **WO 2019/071137 2019.04.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ВЕЗУВИУС РЕФРАТАРИОС ЛТДА.**  
**(BR)**

(72) Изобретатель:  
**Сассо Петерни, Де Соуза Эзеквиас**  
**Хосе (BR)**

(74) Представитель:  
**Гизатуллина Е.М., Глухарёва А.О.,**  
**Угрюмов В.М., Строкова О.В.,**  
**Гизатуллин Ш.Ф., Костюшенкова**  
**М.Ю., Лебедев В.В., Парамонова К.В.**  
**(RU)**

(56) DE-C1-3541806  
CN-U-205449135  
US-A1-20050247575  
US-A1-20120082183  
US-A1-20160209341  
US-A1-20110308319

---

(57) Предложенный иммерсионный датчик выполнен с возможностью определения содержания химического элемента в расплавленном металле. Иммерсионный датчик имеет сенсорную головку. Иммерсионный датчик имеет вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую от внутренней поверхности во внутренний объем камеры для отбора проб. Сенсорная головка содержит огнеупорный материал конструкции. Камера для отбора проб встроена в сенсорную головку и расположена проксимально по отношению к дистальному концу сенсорной головки или может быть встроена в отдельную огнеупорную конструкцию. Иммерсионный датчик может быть выполнен с возможностью поступления потока расплавленного металла во внутренний объем камеры для отбора проб и его контакта со вспомогательной электрохимической ячейкой.

---

**043612**  
**B1**

**043612**  
**B1**

### Уровень техники

При плавлении и рафинировании расплавленных металлов и сплавов в жидком состоянии может быть немаловажным быстрое определение содержания различных химических элементов, чтобы плавильщик, сталевар или другой металлург мог выполнять соответствующую корректировку состава как можно скорее, тем самым позволяя металлургу экономно достигать заданного качества состава в процессе производства. Определение содержания некоторых химических элементов в расплавленных металлах и сплавах в настоящее время выполняют с использованием одноразовых иммерсионных датчиков, которые обычно содержат одну электрохимическую ячейку.

Например, одноразовые иммерсионные датчики в соответствии с современным уровнем техники могут содержать картонную трубку, которая удерживает сенсорную головку. Сенсорная головка может содержать датчики, такие как термopара, используемые для определения температуры расплавленного металла, и отдельную электрохимическую ячейку, используемую для определения содержания кислорода и определения, посредством корреляции, наличия других элементов в расплаве. Сенсорная головка может также содержать металлические формы, предназначенные для отбора проб расплавленного металла, которые впоследствии будут проанализированы в лаборатории.

Определение уровней содержания химических элементов с использованием датчиков, содержащих одну электрохимическую ячейку, является известным способом, широко используемым в производстве стали и литейном производстве. Один из таких датчиков, который в данной области техники часто называют "кислородным датчиком" или "датчиком кислорода", работает в соответствии с уравнением Нернста, которое количественно связывает химическую активность кислорода в расплаве металла (например, парциальное давление кислорода в расплаве) с электрическим потенциалом на концах электрохимической ячейки. В некоторых патентах представлены датчики этих типов, например, патент Великобритании № (GB) 1283712 и патент США (US) 4906349, в которых представлены датчики, используемые для определения активности кислорода в расплавленных металлах. Другие патенты, описывающие кислородные датчики этих типов, включают, например, патент Великобритании № (GB) 1271747 и патент США (US) 3772177, в которых представлены датчики, используемые для прямого определения активности кислорода в расплавленных металлах.

В данной области техники также известны варианты кислородных датчиков, которые имеют вспомогательный электрод на электрохимической ячейке, при этом вспомогательный электрод содержит химический элемент или оксид химического элемента, подлежащий анализу. Патенты, в которых представлены такие варианты, включают, например, патенты США (US) 4657641; 7141151; и 7169274; и европейский патент № (EP) 0295112 B1, в котором представлены датчики, используемые для определения кремния в расплавленных металлах или сплавах.

### Раскрытие изобретения

Изобретение, представленное в настоящем документе, относится к иммерсионному датчику для определения содержания химического элемента в расплавленном металле. В одном варианте воплощения изобретения иммерсионный датчик содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, расположенную внутри камеры для отбора проб.

В другом варианте воплощения настоящего изобретения иммерсионный датчик содержит камеру для отбора проб, имеющую внутренний объем, выполненный в огнеупорном материале, и вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую от внутренней поверхности во внутренний объем камеры для отбора проб. Иммерсионный датчик выполнен с возможностью поступления потока расплавленного металла во внутренний объем камеры для отбора проб и его контакта со вспомогательной электрохимической ячейкой.

В другом варианте воплощения настоящего изобретения иммерсионный датчик содержит сенсорную головку, камеру для отбора проб, имеющую внутренний объем, выполненный в огнеупорном материале, вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую от внутренней поверхности во внутренний объем камеры для отбора проб, и впускной канал, проходящий между внутренним объемом камеры для отбора проб и объемом, внешним по отношению к иммерсионному датчику. Иммерсионный датчик выполнен с возможностью поступления потока расплавленного металла из внешнего объема, через впускной канал, во внутренний объем камеры для отбора проб, и его контакта со вспомогательной электрохимической ячейкой.

### Краткое описание чертежей

Различные признаки и характеристики изобретения, представленного в настоящем документе, могут быть лучше понятны со ссылкой на прилагаемые фигуры. Понятно, что чертежи являются схематическими, не обязательно в масштабе, и что признаки и характеристики, которые не требуются для понимания изобретения, представленного в настоящем документе, могут быть опущены для ясности.

Фиг. 1 является вертикальным видом сбоку в разрезе существующего иммерсионного датчика, погруженного в расплавленный металл в металлургическом сосуде.

Фиг. 2 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика в соответствии с настоящим изобретением, погруженного в расплавленный металл в металлургическом сосуде.

Фиг. 3 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, показанного на

фиг. 2, и проиллюстрированы некоторые компоненты иммерсионного датчика.

Фиг. 4 является видом в перспективе наружной части камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку.

Фиг. 5 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, показанной на фиг. 4, расположенной внутри несущей трубки, и проиллюстрирована вспомогательная электрохимическая ячейка, проходящая в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 6 является видом в перспективе в разрезе камеры для отбора проб, показанной на фиг. 4, и проиллюстрирована вспомогательная электрохимическая ячейка, проходящая в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 7 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем вспомогательная электрохимическая ячейка содержит покрытие, расположенное по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки.

Фиг. 8 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем вспомогательная электрохимическая ячейка содержит металлическое покрытие, расположенное по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки и служащее в качестве защитного экрана от теплового удара, который защищает вспомогательную электрохимическую ячейку от повреждения вследствие теплового удара при первоначальном контакте с расплавленным металлом, поступающим в камеру для отбора проб.

Фиг. 9 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем камера для отбора проб дополнительно содержит керамическое покрытие, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 10 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем камера для отбора проб дополнительно содержит металлическое покрытие, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 11 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, и раскисляющий материал, расположенный рядом с наружной поверхностью вспомогательной электрохимической ячейки.

Фиг. 12 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, и электрод, проходящий в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры отбора проб, причем электрод действует как положительный контакт вспомогательной электрохимической ячейки.

Фиг. 13 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, содержащей вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем камера для отбора проб дополнительно содержит металлическое покрытие, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб, при этом металлическое покрытие действует как положительный контакт вспомогательной электрохимической ячейки.

Фиг. 14 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, расположенной в несущей трубке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от дистальной внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 15 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, расположенной в несущей трубке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от проксимальной внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 16 является вертикальным видом сбоку в разрезе камеры для отбора проб, расположенной в несущей трубке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от боковой внутренней поверхности камеры для отбора проб.

Фиг. 17 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит термопару. Иммерсионный датчик дополнительно содержит камеру для отбора проб, расположенную проксимально по отношению к сенсорной головке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб, при этом камера для отбора проб выполнена в огнеупорной конструкции, которая отделена от сенсорной головки или не

соприкасается с ней.

Фиг. 18 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит металлическую форму, выполненную с возможностью отбора проб расплавленного металла. Иммерсионный датчик дополнительно содержит камеру для отбора проб, расположенную проксимально по отношению к сенсорной головке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб, при этом камера для отбора проб выполнена в огнеупорной конструкции, которая отделена от сенсорной головки или не соприкасается с ней.

Фиг. 19 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит металлическую форму, выполненную с возможностью отбора проб расплавленного металла, и камеру термического анализа, встроенную в проксимальную часть сенсорной головки. Иммерсионный датчик дополнительно содержит камеру для отбора проб, расположенную проксимально по отношению к сенсорной головке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб, при этом камера для отбора проб выполнена в огнеупорной конструкции, которая отделена от сенсорной головки или не соприкасается с ней.

Фиг. 20 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит термопару и первичную электрохимическую ячейку. Иммерсионный датчик дополнительно содержит камеру для отбора проб, расположенную проксимально по отношению к сенсорной головке, причем камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб, при этом камера для отбора проб выполнена в огнеупорной конструкции, которая отделена от сенсорной головки или не соприкасается с ней.

Фиг. 21 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит встроенную камеру для отбора проб, расположенную проксимально относительно дистального конца сенсорной головки, при этом камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб, и сенсорная головка содержит впускной канал, проходящий между камерой для отбора проб и дистальным концом сенсорной головки.

Фиг. 22 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит встроенную камеру для отбора проб, расположенную проксимально относительно дистального конца сенсорной головки, при этом камера для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб.

Фиг. 23 является вертикальным видом сбоку в разрезе иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит камеру термического анализа, встроенную в промежуточную часть сенсорной головки, расположенную проксимально относительно дистального конца сенсорной головки, при этом сенсорная головка дополнительно содержит встроенную камеру для отбора проб, расположенную проксимально относительно камеры термического анализа.

Фиг. 24 является схемой в поперечном разрезе иммерсионного датчика, иллюстрирующая относительное расположение сенсорной головки, содержащей встроенную камеру для отбора проб.

Фиг. 25 является схемой в поперечном разрезе иммерсионного датчика, иллюстрирующая относительное расположение сенсорной головки и отдельной огнеупорной конструкции, не соприкасающейся с сенсорной головкой, содержащей встроенную камеру для отбора проб.

Читатель оценит вышеупомянутые признаки и характеристики, а также другие, при рассмотрении следующего подробного описания изобретения.

#### **Подробное описание изобретения**

Используемый в описании, включая формулу изобретения, термин "дистальный" и его варианты означает расположенный ближе к погружаемому концу иммерсионного датчика, а термин "проксимальный" и его варианты означает расположенный вдали от погружаемого конца иммерсионного датчика. Термины "дистальный" и "проксимальный" и их варианты представляют собой термины для описания относительного расположения вдоль направления погружения иммерсионного датчика, что, например, обычно соответствует размерам по длине продолговатого узла иммерсионного датчика, содержащего сенсорную головку и несущую трубку.

Используемый в настоящем описании, включая формулу изобретения, термин "металл" включает в себя как элементарные металлы, так и металлические сплавы, содержащие основной металл, и один или более металлических или неметаллических легирующих элементов, добавляемых к основному металлу. Кроме того, используемые в настоящем описании, включая формулу изобретения и, если не указано иное, термины "верхний", "нижний", "восходящий", "нисходящий", "выше", "ниже" и их варианты, и тому подобное, относятся к ориентациям, показанным на чертежах, и используются для простоты описания, и не ограничивают изобретение использованием в какой-либо конкретной ориентации. Обычные

иммерсионные датчики и зонды, как правило, содержат электрохимическую ячейку, установленную снаружи на погружаемом конце (то есть на дистальном конце) сенсорной головки. При таком расположении электрохимическая ячейка подвергается воздействию большого количества расплавленного металла во время измерения, что ограничивает использование датчика и эффективность измерения. Аналогично, способность сохранять вспомогательное покрытие электрода, нанесенное на электрохимическую ячейку, ухудшается из-за воздействия массы расплава металла во время измерения.

Ограничение и эффективность измерения, а также подверженное риску обслуживание вспомогательного покрытия электрода при нанесении на обычные датчики обусловлено положением электрохимической ячейки на погружаемом конце (то есть на дистальном конце) сенсорной головки, в случае которого электрохимическая ячейка подвергается воздействию агрессивной среды, в которой она находится, включая высокие температуры, скорость потока расплавленного металла, перемешивание и турбулентность во время измерения, а также большое количество жидкого металла, окружающего электрохимическую ячейку.

Иммерсионный датчик согласно настоящему изобретению устраняет эти недостатки, и может быть использован для анализа содержания химического элемента, представляющего интерес для плавильщика, сталевара или другого металлурга, посредством использования вспомогательной электрохимической ячейки, на основе измеряющей уровень кислорода электрохимической ячейки, расположенной внутри камеры для отбора проб (т.е. сбора проб), выполненной в конструкции иммерсионного датчика. Расположение вспомогательной электрохимической ячейки внутри камеры для отбора проб облегчает определение уровня кислорода в расплавленном металле в менее агрессивной среде, начиная с того момента, когда расплавленный металл поступает в камеру для отбора проб, и до тех пор, пока расплавленный металл не затвердевает внутри камеры для отбора проб. Расположение вспомогательной электрохимической ячейки внутри камеры для отбора проб уменьшает или устраняет проблемы, связанные с агрессивной средой массы расплава металла (например, контакт с большим объемом расплава, контакт с большой тепловой массой и контакт с перемешиванием, турбулентностью и потоком расплава). Камера для отбора проб обеспечивает относительно небольшой объем, в который расплавленный металл поступает и контактирует со вспомогательной электрохимической ячейкой, что обеспечивает уменьшенный объем расплава, тепловую массу и скорость расплавленной жидкости, пребывающей в контакте со вспомогательной электрохимической ячейкой по сравнению с положением наружного дистального конца на подвергаемой воздействию сенсорной головке. Кроме того, относительно небольшой объем камеры для отбора проб способствует быстрому снижению температуры поступающего расплавленного металла, что ускоряет процесс его затвердевания и удерживает на месте во время измерения какое-либо вспомогательное покрытие электрода, расположенное на электрохимической ячейке, тем самым доводя до максимума эффективность измерения датчика.

Используемый в данном описании, включая формулу изобретения, термин "вспомогательная электрохимическая ячейка" означает электрохимическую ячейку, выполненную с возможностью определения содержания химического элемента в расплавленном металле, контактирующем с наружной поверхностью электрохимической ячейки. См., например, электрохимические ячейки, описанные в документах GB-1283712; US-4906349; GB-1271747; US-3772177; US-4657641; US-7141151; US-7169274; и EP-0295112-B1, которые включены в настоящее описание посредством ссылки. Вспомогательная электрохимическая ячейка может, но не обязательно, содержать покрытие, расположенное по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки. Такое "вспомогательное покрытие электрода", если оно имеется на наружной поверхности электрохимической ячейки, выполненной с возможностью определения содержания кислорода в расплаве металла, может способствовать определению содержания не содержащих кислород химических элементов в расплаве металла.

Соответственно, настоящее изобретение относится к вспомогательной электрохимической ячейке для определения содержания кислорода, покрытой или не покрытой вспомогательным покрытием электрода, расположенного в камере для отбора проб, выполненной в иммерсионном датчике, причем указанная камера для отбора проб будет принимать расплавленный металл при погружении в расплав металла. Вспомогательная электрохимическая ячейка может затем анализировать уровень кислорода в полученном расплавленном металле, начиная с того момента, когда расплавленный металл поступает в камеру для отбора проб и контактирует со вспомогательной электрохимической ячейкой, и продолжая во время охлаждения и затвердевания расплавленного металла в камере для отбора проб. Таким образом, с помощью эмпирических статистических формул, например, можно определить содержание химических элементов, содержащихся в расплаве металла, представляющих интерес для плавильщика, сталевара или другого металлурга. Такие представляющие интерес химические элементы могут включать в себя, например, кислород, углерод, кремний, марганец, фосфор, серу, алюминий, медь, хром, молибден, никель, бор, кальций, свинец, олово, титан, ниобий, кобальт, железо, ванадий, вольфрам, магний, цинк, цирконий, сурьма и тому подобное, а также оксиды этих элементов.

Иммерсионный датчик согласно настоящему изобретению может быть использован для определения содержания элемента, представляющего интерес, в любом типе расплавленного металла, такого как, например, железо и его сплавы (включая стали), алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, хром и его

сплавы, молибден и его сплавы, никель и его сплавы, свинец и его сплавы, олово и его сплавы, титан и его сплавы, ниобий и его сплавы, кобальт и его сплавы, ванадий и его сплавы, вольфрам и его сплавы, магний и его сплавы, цирконий и его сплавы, цинк и его сплавы, сурьма и ее сплавы, марганец и его сплавы и тому подобное.

Как показано на фиг. 24 и 25, иммерсионный датчик 100 содержит сенсорную головку 102, расположенную на дистальном конце 112 несущей трубки 101. Сенсорная головка 102 может содержать конструкцию, выполненную из огнеупорного материала, такого как, например, формованная формовочная/литейная смесь, глинозем или тому подобное. Несущая трубка 101 показана в виде единой конструкции, которая может содержать материал конструкции, такой как, например, картон, пластик, металл или тому подобное. Также понятно, что несущая трубка 101 может содержать несколько компонентов, таких как, например, металлическая или пластмассовая трубка, окруженная картонной или бумажной гильзой. Сенсорная головка 102 содержит дистальный (нижний/погружаемый) конец 122 и проксимальный (верхний) конец 124. Проксимальный конец 124 сенсорной головки 102 вставлен во внутренний просвет несущей трубки 101 через дистальный конец 112 несущей трубки 101. Дистальный конец 122 сенсорной головки 102 открыт и контактирует с расплавленным металлом во время использования. Электрохимические ячейки, термопары или другие датчики и электроды, контакты и соединения датчиков на фигурах 24 и 25 опущены для ясности.

Как показано на фиг. 24, сенсорная головка 102 содержит встроенную камеру 105 для отбора проб. Камера 105 для отбора проб расположена проксимально относительно дистального конца 122 сенсорной головки 102, а камера 105 для отбора проб расположена дистально относительно проксимального конца 124 сенсорной головки 102. Как показано на фиг. 25, иммерсионный датчик 100 содержит сенсорную головку 102 и отдельную огнеупорную конструкцию 150. Огнеупорная конструкция 150 может содержать огнеупорный материал конструкции, такой как, например, формованная формовочная/литейная смесь, глинозем или тому подобное. Огнеупорная конструкция 150 расположена во внутреннем просвете несущей трубки 101, проксимально относительно проксимального конца 124 сенсорной головки 102. Огнеупорная конструкция 150 содержит дистальный (нижний) конец 157 и проксимальный (верхний) конец 159. Огнеупорная конструкция 150 также содержит встроенную камеру 105 для отбора проб. Камера 105 для отбора проб расположена проксимально относительно дистального конца 157 огнеупорной конструкции 150, а камера 105 для отбора проб расположена дистально относительно проксимального конца 157 огнеупорной конструкции 150. Кроме того, как показано на фиг. 24 и 25, камера 105 для отбора проб содержит дистальную (нижнюю) внутреннюю поверхность 152, проксимальную (верхнюю) внутреннюю поверхность 154 и боковые внутренние поверхности 156. Внутренний объем камеры 105 для отбора проб сообщается по текучей среде с объемом, внешним по отношению к иммерсионному датчику 100, через впускной канал 110. Впускной канал 110 проходит от боковой внутренней поверхности 156 камеры 105 для отбора проб к боковой наружной поверхности сенсорной головки 102 или огнеупорной конструкции 150, в зависимости от случая. Отверстие в несущей трубке 101 выровнено с впускным каналом 110 для обеспечения связи по текучей среде между внутренним объемом камеры 105 для отбора проб и объемом, внешним по отношению к иммерсионному датчику 100. Фиг. 1 иллюстрирует использование иммерсионного датчика. Иммерсионный датчик содержит сенсорную головку 2, расположенную на дистальном конце несущей трубки 1. Иммерсионный датчик погружают в расплавленный металл 4 в металлургическом сосуде 3 (например, в ковше, конвертере или любом другом типе металлургического сосуда, выполненном с возможностью приема и/или обработки расплавленного металла). Сенсорная головка 2 содержит датчики, такие как, например, термопара и/или электрохимическая ячейка, и/или металлическую форму, выполненную с возможностью отбора пробы металла, который впоследствии может быть проанализирован, например, в лаборатории. Датчики расположены на дистальном конце сенсорной головки 2. На фиг. 2 показан иммерсионный датчик А, используемый в соответствии с настоящим изобретением. Иммерсионный датчик А содержит сенсорную головку 2, расположенную на дистальном конце несущей трубки 1. Иммерсионный датчик А погружают в расплавленный металл 4 в металлургическом сосуде 3 (например, в ковше, конвертере или любом другом типе металлургического сосуда, выполненном с возможностью приема и/или обработки расплавленного металла). Сенсорная головка 2 содержит датчики, такие как, например, термопара и/или электрохимическая ячейка, и/или металлическую форму, выполненную с возможностью отбора пробы металла, который впоследствии может быть проанализирован, например, в лаборатории. Датчики расположены на дистальном конце сенсорной головки 2. Несущая трубка 1 показана в виде единой конструкции, которая может содержать материал конструкции, такой как, например, картон, пластик, металл или тому подобное. Также понятно, что несущая трубка 1 может содержать несколько компонентов, таких как, например, металлическая или пластмассовая трубка, окруженная картонной или бумажной гильзой. Иммерсионный датчик А также содержит отдельную огнеупорную конструкцию, не соприкасающуюся с сенсорной головкой 2, содержащей внутреннюю камеру 5 для отбора проб. Отдельная огнеупорная конструкция, содержащая внутреннюю камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально относительно сенсорной головки 2. Камера 5 для отбора проб содержит вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую в камеру для отбора проб от внутренней поверхности камеры для отбора проб. Сенсорная головка 2 и огнеупорная конструкция,

содержащая камеру 5 для отбора проб, могут независимо содержать огнеупорный конструкционный материал, такой как, например, формованная формовочная/литейная смесь, глинозем или тому подобное. Кроме того, камера для отбора проб может содержать материал конструкции, выбранный из группы, состоящей из металлических материалов, керамических материалов и металлокерамических материалов, и комбинаций любых из них. Например, камера для отбора проб может быть выполнена в виде огнеупорной конструкции, изготовленной из металлического материала, керамического материала или металлокерамического материала, или комбинации материалов. Фиг. 3 дополнительно иллюстрирует иммерсионный датчик А в соответствии с настоящим изобретением. Сенсорная головка 2, как показано, содержит основную электрохимическую ячейку 8 и термопару 9, расположенную на дистальном конце сенсорной головки 2. Сенсорная головка 2 также содержит металлическую форму 7, выполненную в сенсорной головке 2. Металлическая форма 7 выполнена с возможностью отбора проб расплавленного металла 4 (см. фиг. 2) для последующего анализа в лаборатории. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 расположена в камере 5 для отбора проб и проходит во внутренний объем камеры 5 для отбора проб. Вспомогательная электрохимическая ячейка может быть отрицательной по отношению к другому электрическому контакту в камере для отбора проб, и может сообщаться с отрицательным контактом или действовать как отрицательный контакт. Металлический электрод, проходящий в камеру для отбора проб (не показано), металлическое покрытие по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб (не показано), или металлическая форма могут сообщаться с положительным контактом или действовать как положительный контакт вспомогательной электрохимической ячейки.

На фиг. 4 показаны наружные поверхности отдельной огнеупорной конструкции, содержащей камеру 5 для отбора проб, выполненную внутри огнеупорной конструкции. Хотя это и не показано, вспомогательная электрохимическая ячейка 6 расположена во внутренней камере 5 для отбора проб.

Фиг. 5 дополнительно иллюстрирует огнеупорную конструкцию, содержащую камеру 5 для отбора проб иммерсионного датчика А. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит от дистальной внутренней поверхности во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб. Внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб может составлять от  $5 \text{ см}^3$  до  $50 \text{ см}^3$  или находиться в любом входящем в эти пределы поддиапазоне, таком как, например, 5-25, 10-50  $\text{см}^3$  или 15-45  $\text{см}^3$ . Впускной канал 10 проходит от боковой внутренней поверхности внутреннего объема 12 камеры 5 для отбора проб к наружной поверхности иммерсионного датчика А. Впускной канал 10 обеспечивает сообщение по текучей среде между внутренним объемом 12 камеры 5 для отбора проб и объемом, внешним по отношению к иммерсионному датчику А. При использовании расплавленный металл поступает из внешнего объема через впускной канал 10 и во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб, в которой расплавленный металл контактирует со вспомогательной электрохимической ячейкой 6, и определяется содержание химического элемента в расплавленном металле.

Защитный колпачок или другая временная защитная конструкция 11 расположена во впускном канале 10 и служит для предотвращения попадания шлака во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб путем временного блокирования впускного канала 10 во время погружения иммерсионного датчика А в расплав металла. После того как наружное отверстие впускного канала 10 проходит через слой шлака и контактирует с расплавленным металлом, защитный колпачок или другая временная защитная конструкция 11, которая может содержать бумагу, картон, пластик, металл/сплав или другой нестойкий материал или комбинацию материалов, сгорает, плавится или удаляется иным образом, тем самым разблокируя впускной канал 10 и обеспечивая поступление потока расплавленного металла во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб. Фиг. 6 дополнительно иллюстрирует огнеупорную конструкцию, содержащую камеру 5 для отбора проб иммерсионного датчика А. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит от дистальной внутренней поверхности во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб. Впускной канал 10 проходит от боковой внутренней поверхности внутреннего объема 12 камеры 5 для отбора проб к наружной поверхности огнеупорной конструкции. При использовании расплавленный металл проходит через впускной канал 10 и во внутренний объем 12 камеры 5 для отбора проб, в которой расплавленный металл контактирует со вспомогательной электрохимической ячейкой 6, и определяется содержание химического элемента в расплавленном металле.

На фиг. 7 показано вспомогательное покрытие 13 электрода, расположенное, по меньшей мере, на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки 6. Как описано выше, вспомогательное покрытие 13 электрода может содержать любой металл или металлическое соединение, такое как оксид металла. Это обеспечивает возможность определения содержания интересующего химического элемента в расплавленном металле, который поступает в камеру 5 для отбора проб и контактирует с вспомогательным покрытием 13 электрода на вспомогательной электрохимической ячейке 6. На фиг. 8 показано металлическое покрытие 14, расположенное по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки 6. Металлическое покрытие 14 выполняет функцию защитного экрана от теплового удара, который защищает вспомогательную электрохимическую ячейку 6 от повреждения вследствие теплового удара при первоначальном контакте с расплавленным металлом, поступающим в камеру 5 для отбора проб. При использовании, когда расплавленный металл поступает в камеру 5 для отбора проб, металлическое покрытие 14 плавится, и расплавленный металл затем контак-

тирует с нижележащей наружной поверхностью вспомогательной электрохимической ячейки 6, которая необязательно может содержать вспомогательное покрытие 13 электрода, как показано на фиг. 7, и в этом случае расплавленный металл контактирует с вспомогательным покрытием 13 электрода.

На фиг. 9 показано керамическое или стеклянное покрытие 15, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб 5. Керамическое или стеклянное покрытие 15 служит для уменьшения или устранения загрязнения анализируемого расплавленного металла огнеупорным материалом, образующим огнеупорную конструкцию, содержащую внутреннюю камеру 5 для отбора проб.

На фиг. 10 показано металлическое покрытие 16, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры 5 для отбора проб. Металлическое покрытие 16 может выполнять функцию охлаждающего элемента, который поглощает тепло от расплавленного металла, поступающего в камеру 5 для отбора проб. Металлическое покрытие 16 может плавиться при контакте и увеличивать скорость охлаждения и затвердевания расплавленного металла, поступающего в камеру 5 для отбора проб.

На фиг. 11 показан раскисляющий материал 17, расположенный рядом с наружной поверхностью вспомогательной электрохимической ячейки 6 в камере 5 для отбора проб. Раскисляющий материал 17 служит для удаления свободного кислорода из расплавленного металла, который должен анализироваться с помощью вспомогательной электрохимической ячейки 6. Раскисляющий материал может быть выбран, например, из группы, состоящей из алюминия, алюминиевых сплавов, титана, титановых сплавов, циркония и циркониевых сплавов, и комбинаций любых из них. На фиг. 12 показаны вспомогательная электрохимическая ячейка 6 и металлический электрод 19, проходящий в камеру 5 для отбора проб от дистальной внутренней поверхности. Металлический электрод 19 действует как положительный контакт 18 вспомогательной электрохимической ячейки 6.

На фиг. 13 показано металлическое покрытие 16, расположенное по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры 5 для отбора проб. Металлическое покрытие 16 действует как положительный контакт 18 вспомогательной электрохимической ячейки 6.

На фиг. 14 показана вспомогательная электрохимическая ячейка 6, проходящая от дистальной внутренней поверхности в камеру 5 для отбора проб. На фиг. 15 показана вспомогательная электрохимическая ячейка 6, проходящая от проксимальной внутренней поверхности в камеру 5 для отбора проб. На фиг. 16 показана вспомогательная электрохимическая ячейка 6, проходящая от боковой внутренней поверхности в камеру 5 для отбора проб. Соответственно, на фиг. 14-16 показана вспомогательная электрохимическая ячейка 6 в нижнем положении, верхнем положении и боковом положении, соответственно.

На фиг. 17 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит термопару 9. Иммерсионный датчик А также содержит отдельную огнеупорную конструкцию, не соприкасающуюся с сенсорной головкой, содержащей камеру 5 для отбора проб. Отдельная огнеупорная конструкция, содержащая камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально относительно сенсорной головки. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает термопару 9 до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Наружная часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать картон; внутренняя часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать сталь.

На фиг. 18 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит металлическую форму 7. Иммерсионный датчик А также содержит отдельную огнеупорную конструкцию, не соприкасающуюся с сенсорной головкой, содержащей камеру 5 для отбора проб. Отдельная огнеупорная конструкция, содержащая камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально относительно сенсорной головки. Металлическая форма 7 предназначена для сбора проб расплавленного металла. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает металлическую форму 7 до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Наружная часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать картон; внутренняя часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать сталь. На фиг. 19 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, сенсорную головку, содержащую металлическую форму, выполненную с возможностью отбора проб расплавленного металла, а также содержащий камеру 20 термического анализа, встроенную в сенсорную головку в месте, проксимальном к металлической форме. Иммерсионный датчик А также содержит отдельную огнеупорную конструкцию, не соприкасающуюся с сенсорной головкой, содержащей камеру 5 для отбора проб. Отдельная огнеупорная конструкция, содержащая камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально относительно сенсорной головки, содержащей камеру 20 термического анализа. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает металлическую форму до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Колпачок дистального конца сенсорной головки может содержать сталь.

На фиг. 20 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на

дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит термопару, а также содержит первичную электрохимическую ячейку 8. Термопара и первичная электрохимическая ячейка 8 расположены на дистальном конце сенсорной головки и проходят от него. Иммерсионный датчик А также содержит отдельную огнеупорную конструкцию, не соприкасающуюся с сенсорной головкой, содержащей камеру 5 для отбора проб. Отдельная огнеупорная конструкция, содержащая камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально относительно сенсорной головки, содержащей термопару и первичную электрохимическую ячейку 8. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает термопару и первичную электрохимическую ячейку 8 до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Наружная часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать картон; внутренняя часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать сталь.

На фиг. 21 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка, содержащая встроенную камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально по отношению к дистальному концу сенсорной головки. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Сенсорная головка также содержит встроенный впускной канал 10, проходящий между камерой 5 для отбора проб и дистальным концом сенсорной головки. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает впускной канал 10 до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Наружная часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать картон; внутренняя часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать сталь.

На фиг. 22 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка, содержащая встроенную камеру 5 для отбора проб, расположена проксимально по отношению к дистальному концу сенсорной головки. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Сенсорная головка также содержит встроенный впускной канал 10, проходящий между камерой 5 для отбора проб и боковой наружной поверхностью иммерсионного датчика А. Сенсорная головка также содержит термопару и первичную электрохимическую ячейку, расположенную на дистальном конце сенсорной головки и проходящую от него. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает термопару и первичную электрохимическую ячейку до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Наружная часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать картон; внутренняя часть колпачка дистального конца сенсорной головки может содержать сталь. На фиг. 23 показан иммерсионный датчик А, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки, причем сенсорная головка содержит камеру 20 термического анализа, встроенную в промежуточную часть сенсорной головки. Сенсорная головка дополнительно содержит встроенную камеру 5 для отбора проб, расположенную проксимально по отношению к камере 20 термического анализа. Вспомогательная электрохимическая ячейка 6 проходит в камеру 5 для отбора проб, как описано выше. Сенсорная головка также содержит металлическую форму, выполненную с возможностью отбора проб расплавленного металла. Металлическая форма расположена дистально относительно камеры 20 термического анализа. Колпачок дистального конца сенсорной головки защищает металлическую форму до тех пор, пока колпачок не сгорит, не расплавится или не будет удален иным образом. Колпачок дистального конца сенсорной головки может содержать сталь. Различные признаки и характеристики представлены в настоящем описании и проиллюстрированы на чертежах для обеспечения полного понимания изобретения. Понятно, что различные признаки и характеристики, представленные в настоящем описании и проиллюстрированные на чертежах, могут быть объединены любым осуществимым способом, независимо от того, представлены ли эти признаки и характеристики явно, или проиллюстрированы в комбинации в настоящем описании. Авторы изобретения и заявитель явным образом предполагают, что такие комбинации признаков и характеристик должны быть включены в объем данного описания, и, кроме того, предполагают, что такие комбинации признаков и характеристик не будут добавлять новый объект изобретения к заявке. Как таковая, формула изобретения может быть изменена для того, чтобы в любой комбинации излагать любые признаки и характеристики, явно или по существу представленные в настоящем описании, или иным образом явно или по существу поддерживаемые настоящим описанием. Кроме того, заявитель оставляет за собой право изменить формулу изобретения, чтобы положительно отказаться от признаков и характеристик, которые могут присутствовать в предшествующем уровне техники, даже если эти признаки и характеристики явно не представлены в настоящем описании. Следовательно, любые такие поправки не будут добавлять новый предмет изобретения к описанию или формуле изобретения, и будут соответствовать письменному описанию, достаточности описания и требованиям к дополнительным материалам (например, Раздел 35 Кодекса законов США, § 112 (а) и статья 123 (2) ЕРС (European Patent Convention, Европейская патентная конвенция)). Изобретение может содержать, состоять или по существу состоять из различных признаков и характеристик, представленных в настоящем описании.

Кроме того, любой числовой диапазон, указанный в настоящем описании, включает в себя указанные конечные точки и описывает все поддиапазоны одного и того же числового значения (т. е., имеющие

одинаковое количество указанных цифр), включенных в указанный диапазон. Например, указанный диапазон значений "от 1,0 до 10,0" описывает все поддиапазоны между (и включая) указанным минимальным значением 1,0 и указанным максимальным значением 10,0, такой как, например, "2,4-7,6", даже если диапазон от 2,4 до 7,6 явно не указан в тексте описания. Соответственно, заявитель оставляет за собой право вносить изменения в данное описание, включая формулу изобретения, для явного перечисления любого поддиапазона того же числового значения, относящегося к диапазонам, явно указанным в настоящем описании. Все такие диапазоны по существу представлены в настоящем описании, так что внесение поправок для явного изложения любых таких поддиапазонов будет соответствовать письменному описанию, достаточности описания и требованиям дополнительного материала (например, Раздел 35 Кодекса законов США, § 112 (а) и статья 123 (2) ЕРС).

Грамматические формы единственного числа, используемые в настоящем описании, предназначены для включения понятия "по меньшей мере один" или "один или более", если иное не указано или не требуется по контексту. Таким образом, формы единственного числа используются в настоящем описании для ссылки на один или более чем один (то есть "по меньшей мере один") из грамматических объектов формы. В качестве примера, "компонент" означает один или более компонентов, и, таким образом, возможно, более чем один компонент рассматривается и может использоваться или применяться при реализации изобретения. Кроме того, использование существительного единственного числа включает множественное число, а использование существительного множественного числа включает единственное число, если по контексту использование не требует иного.

Перечень элементов.

1. Несущая трубка.
2. Сенсорная головка.
3. Металлургический сосуд.
4. Расплавленный металл.
5. Внутренняя камера для отбора проб.
6. Вспомогательная электрохимическая ячейка.
7. Металлическая форма.
8. Электрохимическая ячейка.
9. Термопара.
10. Впускной канал камеры 5 для отбора проб.
11. Защитный колпачок или другая временная защитная конструкция.
12. Внутренний объем камеры 5 для отбора проб.
13. Вспомогательное покрытие электрода.
14. Металлическое покрытие (по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки 6).
15. Керамическое или стеклянное покрытие.
16. Металлическое покрытие (по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры 5 для отбора проб).
17. Раскисляющий материал.
18. Положительный контакт вспомогательной электрохимической ячейки 6.
19. Металлический электрод.
20. Камера термического анализа, встроенная в сенсорную головку.
100. Иммерсионный датчик.
101. Несущая трубка.
102. Сенсорная головка.
105. Встроенная камера для отбора проб сенсорной головки.
110. Впускной канал.
112. Дистальный конец несущей трубки 101.
122. Дистальный конец сенсорной головки.
124. Проксимальный конец сенсорной головки.
150. Отдельная огнеупорная конструкция.
152. Дистальная (нижняя) внутренняя поверхность камеры 105 для отбора проб.
154. Проксимальная (верхняя) внутренняя поверхность камеры 105 для отбора проб.
156. Боковые внутренние поверхности камеры 105 для отбора проб.
157. Дистальный (нижний) конец огнеупорной конструкции 150.
159. Проксимальный (верхний) конец огнеупорной конструкции 150.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Иммерсионный датчик для определения содержания химического элемента в расплавленном металле, содержащий сенсорную головку, расположенную на дистальном конце несущей трубки;

камеру для отбора проб, имеющую внутренний объем, выполненный в огнеупорной конструкции; впускной канал, проходящий между внутренним объемом камеры для отбора проб и объемом, внешним по отношению к иммерсионному датчику; и

вспомогательную электрохимическую ячейку, проходящую от внутренней поверхности во внутренний объем камеры для отбора проб;

при этом иммерсионный датчик выполнен с возможностью поступления потока расплавленного металла из внешнего объема через впускной канал во внутренний объем камеры для отбора проб и его контакта со вспомогательной электрохимической ячейкой, причем впускной канал проходит от боковой внутренней поверхности камеры для отбора проб к боковой наружной поверхности огнеупорной конструкции, и при этом камера для отбора проб расположена в огнеупорной конструкции, расположенной во внутреннем просвете несущей трубки, и сенсорная головка содержит огнеупорный материал конструкции, а камера для отбора проб встроена в сенсорную головку и расположена проксимально по отношению к дистальному концу сенсорной головки.

2. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб встроена в огнеупорную конструкцию, причем огнеупорная конструкция не соприкасается с сенсорной головкой, и при этом огнеупорная конструкция расположена проксимально по отношению к сенсорной головке.

3. Иммерсионный датчик по любому из пп.1, 2, отличающийся тем, что вспомогательная электрохимическая ячейка содержит вспомогательное покрытие электрода по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки.

4. Иммерсионный датчик по п.3, отличающийся тем, что вспомогательное покрытие электрода содержит металл или соединение оксида металла, соответствующее химическому элементу, при этом иммерсионный датчик выполнен с возможностью определения содержания химического элемента в расплавленном металле во внутреннем объеме камеры для отбора проб.

5. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что вспомогательная электрохимическая ячейка содержит металлическое покрытие по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки.

6. Иммерсионный датчик по п.5, отличающийся тем, что металлическое покрытие покрывает по меньшей мере часть нижележащего вспомогательного покрытия электрода по меньшей мере на части наружной поверхности вспомогательной электрохимической ячейки.

7. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб выполнена в огнеупорном материале, содержащем формованную формовочную/литейную смесь.

8. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб содержит материал конструкции, выбранный из группы, состоящей из металлических материалов, керамических материалов и металлокерамических материалов и комбинаций любых из них.

9. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб содержит внутреннее керамическое покрытие по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб.

10. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб содержит внутреннее металлическое покрытие по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб.

11. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что внутренний объем камеры для отбора проб составляет от 5 до 50 см<sup>3</sup>.

12. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб содержит раскисляющий материал.

13. Иммерсионный датчик по п.12, отличающийся тем, что раскисляющий материал выбран из группы, состоящей из алюминия, алюминиевых сплавов, титана, титановых сплавов, циркония и циркониевых сплавов и комбинаций любых из них.

14. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит временную защитную конструкцию, расположенную во впускном канале.

15. Иммерсионный датчик по п.14, отличающийся тем, что временная защитная конструкция содержит материал, выбранный из группы, состоящей из бумаги, картона, пластика и металла и комбинаций любых из них.

16. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что камера для отбора проб содержит внутреннее металлическое покрытие по меньшей мере на части внутренней поверхности камеры для отбора проб, причем внутреннее металлическое покрытие электрически соединено со вспомогательной электрохимической ячейкой и служит в качестве положительного контакта для работы вспомогательной электрохимической ячейки.

17. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит металлический электрод, проходящий от внутренней поверхности во внутренний объем камеры для отбора проб, причем металлический электрод электрически соединен со вспомогательной электрохимической ячейкой и служит в качестве положительного контакта для работы вспомогательной электрохимической ячейки.

18. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит камеру термического анализа.

19. Иммерсионный датчик по п.18, отличающийся тем, что камера термического анализа и камера

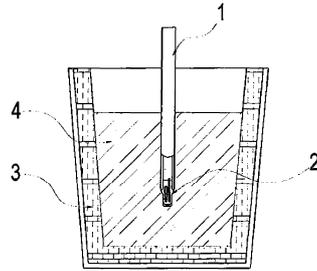
для отбора проб полностью встроены в тот же огнеупорный материал.

20. Иммерсионный датчик по п.19, отличающийся тем, что камера термического анализа и камера для отбора проб встроены в сенсорную головку.

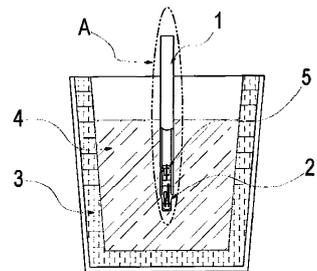
21. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что вспомогательная электрохимическая ячейка проходит от внутренней дистальной поверхности камеры для отбора проб во внутренний объем камеры для отбора проб.

22. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что вспомогательная электрохимическая ячейка проходит от внутренней проксимальной поверхности камеры для отбора проб во внутренний объем камеры для отбора проб.

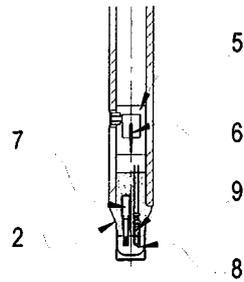
23. Иммерсионный датчик по п.1, отличающийся тем, что вспомогательная электрохимическая ячейка проходит от внутренней боковой поверхности камеры для отбора проб во внутренний объем камеры для отбора проб.



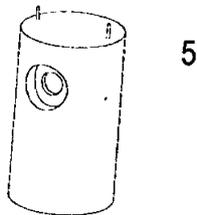
Фиг. 1



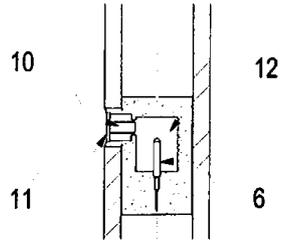
Фиг. 2



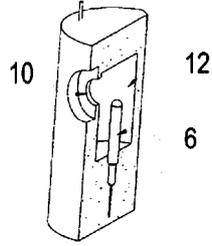
Фиг. 3



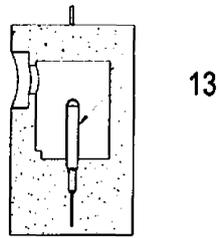
Фиг. 4



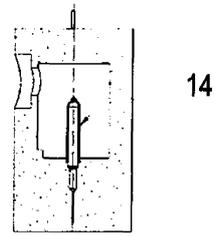
Фиг. 5



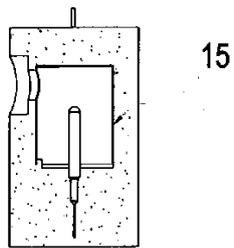
Фиг. 6



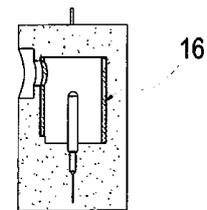
Фиг. 7



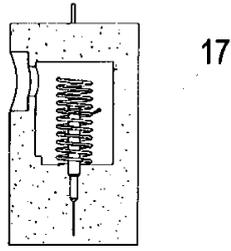
Фиг. 8



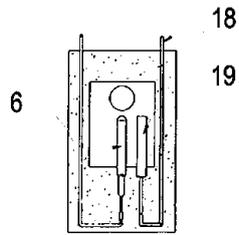
Фиг. 9



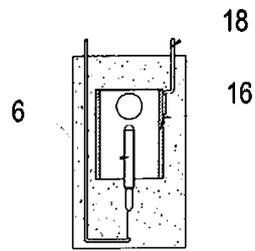
Фиг. 10



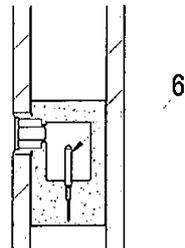
Фиг. 11



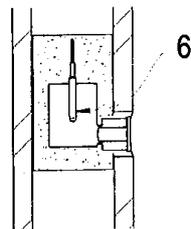
Фиг. 12



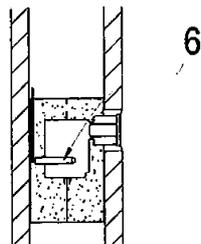
Фиг. 13



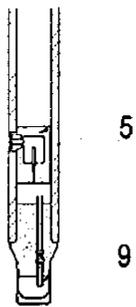
Фиг. 14



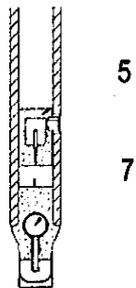
Фиг. 15



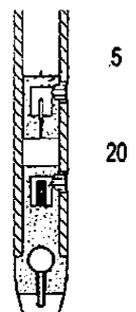
Фиг. 16



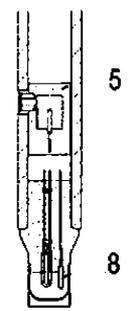
Фиг. 17



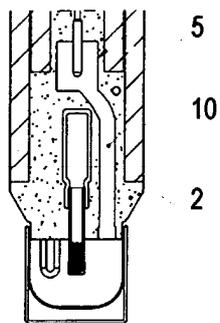
Фиг. 18



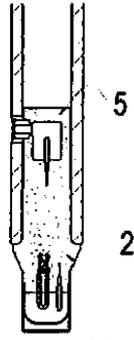
Фиг. 19



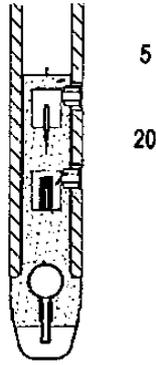
Фиг. 20



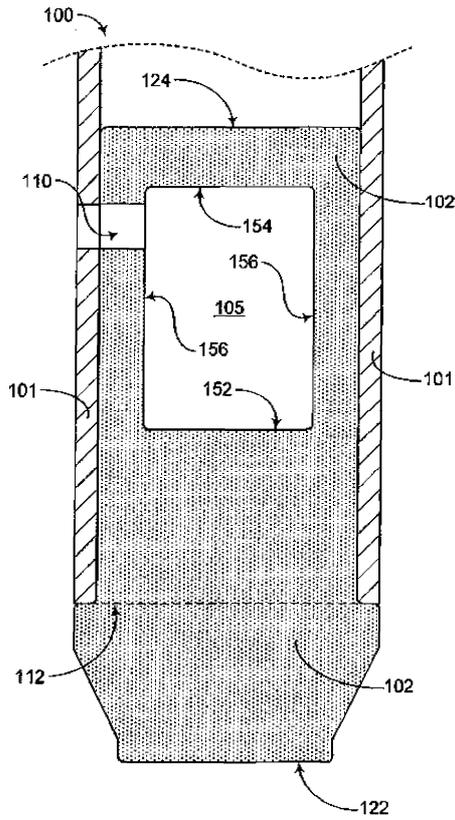
Фиг. 21



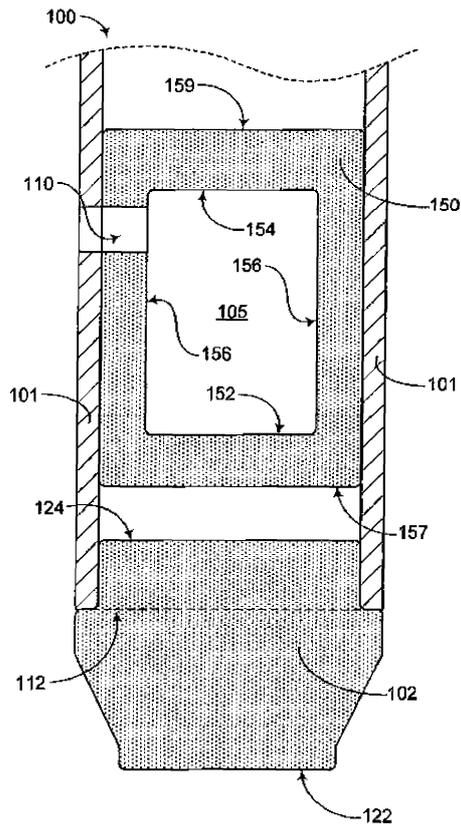
Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24



Фиг. 25

