

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035384**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.04

(51) Int. Cl. *C25C 3/14* (2006.01)

(21) Номер заявки
201891213

(22) Дата подачи заявки
2016.10.04

(54) СПОСОБ И СРЕДСТВО ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАКРЫВАЮЩЕГО АНОД МАТЕРИАЛА В ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКЕ ХОЛЛА-ЭРУ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

(31) 20151597

(56) CN-A-103498173

(32) 2015.11.20

GB-A-2000521

(33) NO

FR-A-1495653

(43) 2018.10.31

CN-Y-2741993Y

(86) PCT/NO2016/000027

CN-U-203346490U

(87) WO 2017/086799 2017.05.26

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НОРСК ХЮДРО АСА (NO)

(72) Изобретатель:
**Магнесен Йостейн, Тейген Пер
Джонни, Хэинес Ян Фроде, Якобсен
Од Эрик, Дюрой Аре, Карлсен
Мортен, Шмелар Юрай (NO)**

(74) Представитель:
Бутузов Ю.В., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение касается способа и средства для размещения закрывающего анод материала (АСМ) в некоторой ячейке для электролиза при производстве алюминия, при этом ячейка является ячейкой типа Холла-Эру с предварительно обожженными анодами. Ячейка содержит катодную чашу с прямоугольным основанием и верхней конструкцией с кожухом сбора газа, который расположен сверху катодной чаши. Конструкция (29) пола, по меньшей мере частично, окружает ячейку на уровне ниже верха катодной чаши, и вентиляционные отверстия (28), снабженные решетками, предусмотрены в полу вблизи ячейки. Кожух верхней конструкции снабжен съемными крышками (20), которые удаляют, чтобы дать доступ анодам (21) ячейки через отверстия. АСМ размещают с помощью трубки (1, 1') подачи с целью закрывания анодов (21), и масса АСМ поддерживается опалубкой (40). Опалубка (40) содержит некоторый участок, который опирается на верх катодной чаши в нижнем секторе отверстия и дополнительно содержит пластину (41) опалубки, которая наклонена по направлению к аноду(анодам) (21) на угол α , таким образом ограничивая АСМ от перемещения из указанного отверстия в ходе размещения АСМ. Пластина опалубки может содержать откидную пластину (46) опалубки, прикрепленную к ее верхнему участку. Изобретение также содержит подвижную пластину (3) устройства размещения, прикрепленную к трубке (1') подачи АСМ, и горизонтальную пластину (50), которая закрывает вентиляционные отверстия (28).

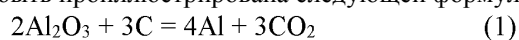
035384 B1

035384 B1

Изобретение касается способа и средства для размещения закрывающего анод материала (АСМ) в электролитической ячейке Холла-Эру для получения алюминия. В частности, изобретение касается опалубки для АСМ в ходе его размещения сверху и по сторонам анода с целью управления геометрической конфигурацией и расположением массы АСМ с использованием временной опалубки.

В настоящее время алюминий производят с помощью электролиза содержащего алюминий состава, растворенного в расплавленном электролите, и процесс электролитического выделения осуществляют в ячейках обычной конструкции Холла-Эру в электролизном цеху. Обычно такие ячейки содержат катодную чашу с прямоугольным основанием и верхней конструкцией с кожухом сбора газа, которая расположена сверху катодной чаши, и при этом конструкция пола окружает ячейку на уровне ниже верха катодной чаши. В полу вблизи ячейки расположены вентиляционные отверстия, которые создают восходящий поток от подвала ниже пола и в окружающую среду цеха, которая окружает ячейки. Кожух сбора газа снабжен съемными крышками, которые удаляют, чтобы дать доступ анодам ячейки через отверстия при размещении АСМ на одном или нескольких анодах.

Далее эти ячейки для электролиза снабжены горизонтально выровненными электродами, при этом электропроводящие аноды и катоды современных ячеек выполнены из углеродных материалов. Электролит основан на смеси фторида натрия и фторида алюминия с небольшими добавками щелочных и щелочно-земельных фторидов. Процесс электролитического выделения происходит тогда, когда ток, проходящий через электролит от анода к катоду, порождает электрическое осаждение содержащих алюминий ионов на катоде, производя расплавленный алюминий, а на аноде образуется диоксид углерода. Общая реакция процесса может быть проиллюстрирована следующей формулой:



Блоки предпочтительно предварительно обожженных углеродных анодов из существующих в настоящее время ячеек расходуются в ходе указанного процесса, соответствующего реакции (1), при этом обычный общий расход анодов составляет от 500 до 550 кг углерода на 1 т произведенного алюминия. Даже хотя углеродный материал и изготовление анодов сравнительно недороги, манипуляции с использованными анодами (остатками) составляют большую часть операционных затрат в современном металлургическом комплексе для первичного алюминия.

Исходное сырье, используемое в ячейках Холла-Эру, представляет собой оксид алюминия, также называемый глиноземом. Глинозем обладает сравнительно низкой растворимостью в большинстве электролитов. Чтобы добиться достаточной растворимости глинозема, температура расплавленного электролита в ячейке электролитического выделения должна поддерживаться высокой. В настоящее время обычные рабочие температуры ячеек Холла-Эру находятся в диапазоне 940-970°C.

Закрывающий анод материал (АСМ) размещают как закрывающий материал сверху и по сторонам анодных блоков, а также в качестве изолирующего слоя над электролитической ванной. Цель указанного заключается в том, чтобы защитить аноды от нежелательного окисления и подгара, а также для тепловой изоляции электролита от тепловых потерь в верхнюю конструкцию над электролитом, так как указанное имеет решающее значение для теплового баланса ячейки. Слой АСМ также вносит вклад в управление потерями фторида.

Важность свойств АСМ рассмотрена в следующей статье TMS: Легкие металлы (Light Metals) 2011, "ВОЗДЕЙСТВИЕ СОСТАВА И ГРАНУЛОМЕТРИИ ЗАКРЫВАЮЩЕГО АНОД МАТЕРИАЛА НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ", авторы Хасини Вийератне (Hasini Wijayarathne), Марк Тейлор (Mark Taylor), Тания Гроусто (Tania Groutso) (Научно-исследовательский центр легких металлов (Light Metals Research Centre), университет г. Окленд, почтовый ящик 92019, Новая Зеландия) и Андреа Грама (Andreea Grama) (Департамент проблем материаловедения и химических технологий, университет г. Окленд, почтовый ящик 92019, Новая Зеландия).

Было выяснено, что теплопроводность АСМ сильно зависит от его упаковки (из-за пористости) и распределения размеров частиц.

Обычно АСМ является смесью дробленого электролита и глинозема, первичного глинозема и/или вторичного глинозема в соотношении, которое зависит от технологии электролиза на фактическом предприятии. Такой материал может состоять из существенного количества повторно используемого материала, например электролита и/или осажденного материала, взятого из ячеек для электролиза при замене анодов, или материала, извлеченного из остатков в предприятии по изготовлению стержней.

В большинстве существующих комплексов для смешивания дробленого электролита и глинозема с целью получения АСМ используют механические устройства смешивания, в основном обычные устройства смешивания порционной загрузки, или просто с помощью шнековых конвейеров дозируют на ленточные конвейеры несколько потоков материалов с желаемым соотношением компонентов. Размещение АСМ с равномерным распределением частиц важно для теплового баланса в ячейке.

В современных цехах АСМ размещают в ячейках с помощью машины (РТМ) для обработки электролизеров, которая обычно является краном, который содержит кабину для оператора и который дополнительно снабжен несколькими инструментами для технического обслуживания и ремонта ячеек. АСМ хранят в бункере на кране, и АСМ может быть размещен в ячейках с помощью трубки выгрузки или по-

дачи. Например, при износе анода его нужно заменить новым анодом. После замены новый анод, по меньшей мере частично, закрыт АСМ. АСМ также может быть размещен с помощью транспортных средств, на которых расположен АСМ.

Обычно аноды в ячейке упомянутого выше типа расположены в два ряда, при этом доступ к рядам осуществляют с противоположных сторон верхней конструкции. Замена и техническое обслуживание анода осуществляют с помощью временных отверстий в газовом кожухе верхней конструкции, которые обычно закрыты крышками. В ходе замены анода и последующей выгрузки АСМ может иметь место высыпание из ячейки, в частности, на стороне анода, направленного к отверстию, которое должно быть закрыто.

Один недостаток обычных способов заключается в том, что АСМ насыпается с помощью силы тяжести и ему позволяют перемещаться в область, которую нужно закрыть, таким образом образуется динамический угол естественного откоса. Окончательный результат сильно зависит от скорости потока АСМ и распределения его размеров частиц. Угол естественного откоса материала также влияет на окончательный результат. Часто размещение АСМ приводит к загрязнению, рассыпанию АСМ снаружи ячейки и далее в подвал через вентиляционные отверстия в полу, окружающие ячейку, и неравномерному распределению АСМ (слишком много в некоторых областях и слишком мало в других).

В соответствии с настоящим изобретением средство и способ формирования опалубки могут исправить многие из указанных недостатков.

Далее было обнаружено, что путем закрывания вентиляционных отверстий в полу в области, где осуществляют размещение АСМ, ограничивается восходящий поток вентиляционного воздуха из подвала, расположенного ниже пола, и будет присутствовать меньше вихревого потока, распределяющего входной поток воздуха в открытой части кожуха. В результате меньше мелких частиц будет распределено по внешней среде цеха.

Кроме того, АСМ, который может высыпаться из ячейки в ходе его размещения, будет ограничен от падения в подвал, благодаря закрыванию вентиляционных отверстий. Было замечено, что количество АСМ, падающего в подвал, уменьшается примерно до 20-10% от предыдущего количества. Таким образом, очистка при техническом обслуживании будет более удобной.

В соответствии с настоящим изобретением АСМ может быть размещен с большей точностью и также с уменьшенным загрязнением и высыпанием в рабочую внешнюю среду. Из-за геометрии опалубки и предпочтительно также с помощью пластины устройства размещения, прикрепленной к трубке подачи, АСМ может быть размещен с некоторым углом естественного откоса, который круче характерного угла естественного откоса. Указанное делает возможным закрыть верх и стороны анода с большей точностью, и может быть получен более точный слой изоляции.

Указанные и дополнительные достоинства могут быть достигнуты с помощью настоящего изобретения, которое определено в приложенной формуле изобретения.

Настоящее изобретение будет дополнительно объяснено с помощью примеров и фигур, при этом фиг. 1 - вид, показывающий частичное поперечное сечение ячейки типа Холла-Эру, при этом установлена крышка верхней конструкции;

фиг. 2 - вид, показывающий частичное поперечное сечение элементов ячейки с фиг. 1, при этом крышка удалена;

фиг. 3 - вид, показывающий размещение АСМ в ячейке, изображенной на фиг. 2, при этом опалубка установлена, размещение АСМ только началось;

фиг. 4 - вид, показывающий размещение АСМ в ячейке, изображенной на фиг. 3, при этом опалубка установлена, размещение АСМ остановлено;

фиг. 5 - вид, показывающий размещение АСМ в ячейке, изображенной на фиг. 2, при этом опалубка установлена, размещение только началось и вентиляционное отверстие закрыто;

фиг. 6 - вид, показывающий размещение АСМ в ячейке, при этом опалубка установлена, размещение остановлено и вентиляционное отверстие закрыто;

фиг. 7 - вид в перспективе, показывающий опалубку;

фиг. 8 - вид спереди в перспективе, показывающий пластину устройства размещения АСМ, расположенную в трубке заполнения для АСМ;

фиг. 9 - вид сзади в перспективе, показывающий пластину устройства размещения АСМ с фиг. 8.

На фиг. 1 показано частичное поперечное сечение некоторой ячейки типа Холла-Эру, при этом установлена крышка 20 кожуха верхней конструкции. Крышка показана частично опирающейся на порог 30, который является неотъемлемой частью пластины 27 настила. Пластина настила дополнительно является неотъемлемой частью стальной оболочки 25 и вертикальной стойки 26, которые являются частью структуры оболочки катода. Внутри стальной оболочки 25 обычно присутствует обшивка 24, отвержденный электролит 23, образующий боковой бортик, расплавленная ванна 22 и анод 21. Все компоненты показаны частично. Снаружи ячейки присутствует структура 29 пола, обычно выполненная из бетона. Вентиляционные отверстия 28 расположены между ячейкой и структурой пола. Вентиляционные отверстия обычно образуют часть пола благодаря установленным решеткам.

На фиг. 2 показаны элементы ячейки с фиг. 1, при этом крышка удалена. Следует понимать, что на

практике одна или несколько крышек удалены для предоставления достаточного доступа для фактического анода(анодов).

На фиг. 3 показано размещение закрывающего анод материала (АСМ) в ячейке, при этом опалубка 40 установлена, размещение АСМ через трубку 1 подачи только началось и АСМ материал частично заполняет пустоту между анодом 21 и пластиной 41 опалубки. Опалубка 40 может быть установлена в рабочее положение с помощью рычага манипулятора машины (РТМ) для обработки электролизеров, который управляет рукояткой 43 опалубки, и который перемещают до опоры о порог 30 через выемку 42 в части рамы опалубки 40. Сама опалубка далее подробно будет описана со ссылкой на фиг. 7.

На нижней части рамы 40 опалубки расположена выполненная с возможностью поворота опорная часть 44, которая находится на опоре, представленной вентиляционной решеткой у вентиляционного отверстия 28 снаружи ячейки. Эта опорная часть выполнена с возможностью поворота относительно оси 45 и может быть дополнительно зафиксирована или заблокирована (винтами) в некотором определенном угловом положении. В результате опалубка 40 может быть повернута относительно порога 30. Вследствие этого угол α пластины 41 опалубки может быть заранее определен в соответствии с желаемым статичным углом естественного откоса размещенного АСМ. Одно дополнительное достоинство указанного признака заключается в том, что опалубка может быть легко приспособлена к различным конфигурациям конструкций ячеек и высотам порога 30. Угол α может составлять, например, менее 60° и более 30° , предпочтительно составляет примерно 45° .

На фиг. 4 показан тот же вид, что и на фиг. 3, когда остановлено размещение АСМ и удалена трубка 1 подачи. Далее откидная пластина 46 опалубки, которая с возможностью поворота прикреплена к пластине 41 опалубки с помощью одной оси 47, отведена до положения, по существу, плоско выравненного с пластиной 41 опалубки. Это приводит к тому, что АСМ упаковывают в области сверху-сбоку анода 21.

На фиг. 5 показана ситуация, аналогичная ситуации с фиг. 3, когда АСМ размещают в ячейке и когда опалубка 40 установлена. В этом варианте осуществления изобретения вентиляционное отверстие 28 снаружи отверстия в кожухе, где удалена крышка(крышки), закрыто пластиной 50, которая блокирует поток воздуха через решетку вентиляционного отверстия.

На фиг. 6 показана ситуация, аналогичная ситуации с фиг. 4, когда размещение АСМ завершено и когда опалубка 40 установлена. Трубка 1 подачи удалена. Аналогично описанию, приведенному для фиг. 5, вентиляционное отверстие 28 снаружи отверстия в кожухе, где удалена крышка(крышки), закрыто пластиной 50, которая блокирует поток воздуха через отверстие. Откидная пластина 46 опалубки отведена. Эта пластина может быть прикреплена к опалубке 40 с помощью кронштейнов или рычагов (не показаны).

Опалубка 40 показана на фиг. 7 в перспективе. Механизм для перемещения откидной пластины 46 опалубки показан с помощью устройства 54, выполненного с возможностью преобразования линейного перемещения у рукоятки 43 во вращательное перемещение оси 58. Указанная ось поддерживается подшипниками 55 с возможностью поворота. Далее для объяснения перемещения откидной пластины 46 опалубки рычаг 51 прикреплен к оси 58 и с помощью сочленения 49 он связан с кронштейном 48 с помощью некоторой оси. Кронштейн 48 прикреплен к верхней пластине 46 опалубки. На фигуре показано всего четыре расположения сочленений, описанных выше.

Таким образом, рукоятка 43 может быть применена с помощью рычага манипулятора, например, на РТМ, с целью установки опалубки в рабочее положение в ячейке и также путем толкания рукоятки вниз для отведения верхней пластины опалубки.

Пластина 50, которая блокирует вентиляционные отверстия 28, может быть прикреплена к опалубке 40 у стержня 53 с помощью кронштейнов или аналогичного (не показано). Далее пластина может быть выполнена из немагнитного материала. Аналогично, предпочтительно, чтобы компоненты опалубки были выполнены из немагнитных компонентов с определенной термостойкостью.

На фиг. 8 спереди в перспективе показано устройство размещения АСМ, при этом трубка 1' подачи, соединенная с бункером хранения (не показан), может подавать материал через выходное отверстие 2' и на анод (не показан). В этом варианте осуществления изобретения выходное отверстие 2' может быть расположено в менее вертикальном положении по сравнению с трубкой 1' подачи. С задней стороны трубки 1' подачи присутствует кронштейн 6, который поддерживает привод 5 поршня 8/цилиндра 10, который может управлять пластиной 3 устройства размещения с помощью соединения 9. Привод 5 может приводиться в действие воздухом под давлением и дополнительно может быть способен повернуть пластину устройства размещения как внутрь, так и наружу вокруг шарнирного соединения 4 относительно положения, показанного на фиг. 8 и 9. Пластина 3 устройства размещения может содержать усиливающие ребра 7, и она может быть выполнена из любого надлежащего материала, в частности металлического материала, такого как алюминий или сталь.

Далее пластина 3 устройства размещения может быть выполнена из двух секций 3а и 3б пластины, которые шарнирно соединены друг с другом по линии 11. Шарнир расположен так, что секция 3б пластины может повернуться внутрь по направлению к выпускному отверстию 2, но не может повернуться наружу дальше положения, при котором она плоско выровнена с секцией 3а пластины. Цель этого при-

знака заключается в том, что пластина устройства размещения становится более гибкой при ее перемещении в узких пространствах.

На фиг. 9 сзади в перспективе показано устройство размещения, ссылочные позиции относятся к тем же элементам, что и на фиг. 8.

После окончания размещения АСМ опалубку 40 и возможно закрывающую пластину 50 (если она используется) удаляют и устанавливают на место крышку(крышки), которая была удалена.

В общем, если размещенный АСМ содержит мелкие фракции, то изоляционные свойства будут хорошими, но довольно малый угол естественного откоса может вызвать проблемы при размещении АСМ.

Благодаря использованию изобретения такой материал может быть размещен с большим углом естественного откоса, что будет представлять возможность экономии большого количества энергии.

Некоторые предприятия изготовления АСМ производят АСМ с достаточно большим содержанием мелких фракций. Высокое содержание мелких фракций увеличивает загрязнение, высыпание в ячейку и в подвал и создает плоский угол естественного откоса с плохими свойствами закрывания или излишним использованием материала АСМ.

В соответствии с изобретением АСМ с высоким содержанием мелких фракций по-прежнему могут быть размещены некоторым образом, таким образом, экономятся затраты в предприятиях изготовления АСМ.

Высыпание АСМ в подвал может быть минимизировано, следовательно, экономятся операционные расходы на уборку.

Может быть уменьшен вклад АСМ в выбросы пыли как внутри, так и снаружи цеха.

Свойства, присущие АСМ с высоким содержанием мелких фракций, заключаются в разнице статического и динамического углов естественного откоса. Идея заключается в том, чтобы воспользоваться этой разницей и благодаря этому получить пользу от хорошей теплоемкости мелкого содержимого.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Средство для размещения закрывающего анод материала в электролитической ячейке для получения алюминия, при этом указанная ячейка является ячейкой Холла-Эру с предварительно обожженными анодами (21), причем указанная ячейка содержит катодную чашу с прямоугольным основанием и верхней конструкцией с кожухом сбора газа, который расположен сверху катодной чаши, и при этом конструкция (29) пола, по меньшей мере частично, окружает ячейку на уровне ниже верха катодной чаши, и при этом вентиляционные отверстия (28) расположены в полу (29) близко к ячейке, причем кожух верхней конструкции снабжен крышками (20), которые могут быть удалены для предоставления доступа к анодам (21) ячейки через отверстия, и при этом закрывающий анод материал размещают посредством трубки (1, 1') подачи для закрывания анодов,

отличающееся тем, что указанное средство содержит опалубку (40) с участком основания, который опирается на верх катодной чаши в нижнем секторе отверстия и дополнительно содержит пластину (41) опалубки, которая наклонена по направлению к аноду или анодам (21) на угол α , таким образом ограничивая закрывающий анод материал от перемещения из указанного отверстия в ходе размещения закрывающего анод материала.

2. Средство по п.1, отличающееся тем, что угол α наклона составляет от 30 до 60°.

3. Средство по п.1, отличающееся тем, что угол α наклона составляет 45°.

4. Средство по п.1, отличающееся тем, что у верхнего участка пластины (41) опалубки с возможностью поворота прикреплена откидная пластина (46) опалубки.

5. Средство по п.1, отличающееся тем, что горизонтальная пластина (50), которая закрывает вентиляционные отверстия (28) в полу (29), может быть прикреплена к опалубке (40).

6. Средство по п.1, отличающееся тем, что пластина (3) устройства размещения расположена у выходного отверстия (2') трубки (1') подачи.

7. Средство по п.6, отличающееся тем, что пластина (3) устройства размещения выполнена с возможностью перемещения относительно выходного отверстия (2') трубки (1') подачи.

8. Средство по п.7, отличающееся тем, что пластина (3) устройства размещения шарнирно соединена с трубкой (1') подачи.

9. Средство по п.8, отличающееся тем, что пластина (3) устройства размещения выполнена с возможностью поворота относительно оси, горизонтальной и перпендикулярной относительно оси трубки (1') подачи.

10. Средство по любому из пп.7-9, отличающееся тем, что пластина (3) устройства размещения выполнена с возможностью перемещения по направлению к выходному отверстию (2') трубки (1') подачи с помощью привода (5).

11. Способ размещения закрывающего анод материала в электролитической ячейке для получения алюминия при использовании средства для размещения закрывающего анод материала по любому из пп.1-10, при этом электролитическая ячейка является электролитической ячейкой Холла-Эру с предварительно обожженными анодами (21), при этом указанная ячейка содержит катодную чашу с прямоуголь-

ным основанием и верхней конструкцией с кожухом сбора газа, который расположен сверху катодной чаши, причем конструкция (29) пола, по меньшей мере частично, окружает указанную ячейку на уровне ниже верха катодной чаши и при этом вентиляционные отверстия (28) расположены в полу (29) близко к ячейке, при этом кожух верхней конструкции для сбора газа снабжен крышками (20), которые выполнены с возможностью удаления, чтобы дать доступ к анодам (21) указанной ячейки через отверстия, и при этом закрывающий анод материал размещают с помощью трубки (1, 1') подачи для закрывания анодов (21),

отличающийся тем, что после удаления одной или нескольких крышек (20) и до размещения закрывающего анод материала опалубку (40) с пластиной (41) опалубки устанавливают в рабочее положение в нижнем секторе отверстия, при этом по меньшей мере часть пластины опалубки наклонена на угол α по направлению к аноду или анодам, таким образом ограничивая закрывающий анод материал от перемещения из указанного отверстия при размещении закрывающего анод материала.

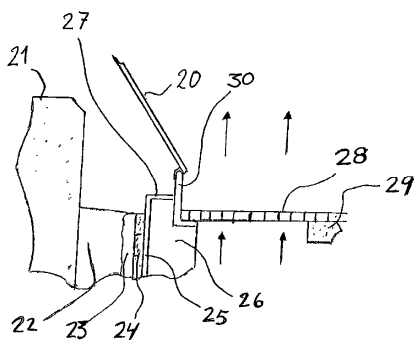
12. Способ по п.11, отличающийся тем, что угол α наклона составляет от 30 до 60°.

13. Способ по п.11, отличающийся тем, что угол α наклона составляет 45°.

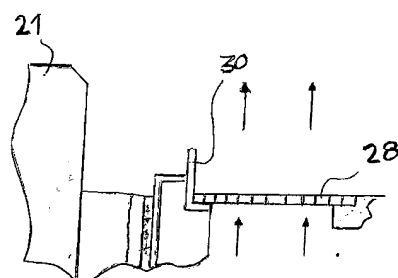
14. Способ по п.11, отличающийся тем, что вентиляционные отверстия (28) в полу (29), прилегающие к отверстию в верхней конструкции, закрыты в ходе размещения закрывающего анод материала.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что вентиляционные отверстия (28) в полу (29) в области, где удалена крышка или крышки (20), закрыты пластиной (50), которая выполнена с возможностью расположения на указанных отверстиях и закрывания указанных отверстий.

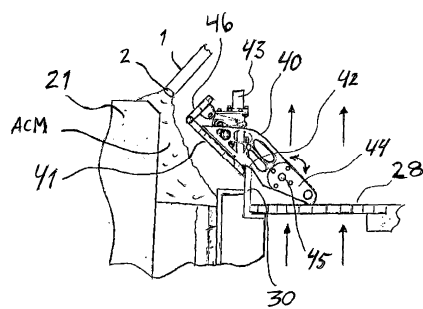
16. Способ по п.11, отличающийся тем, что пластина (3) устройства размещения расположена у выходного отверстия (2') трубки (1') подачи для направления размещения закрывающего анод материала.



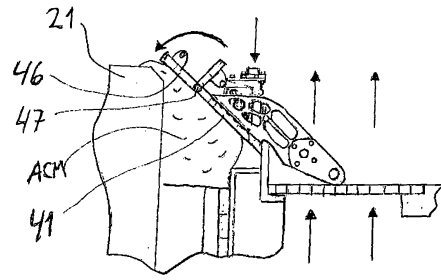
Фиг. 1



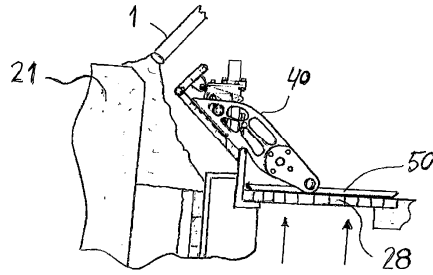
Фиг. 2



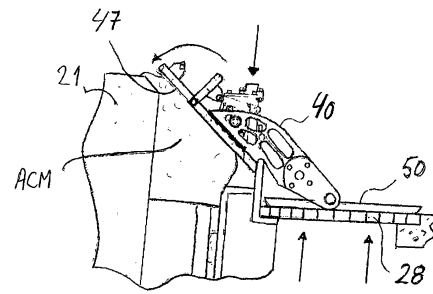
Фиг. 3



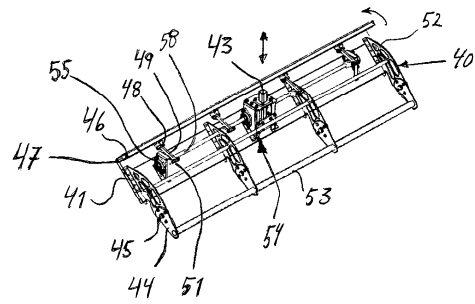
Фиг. 4



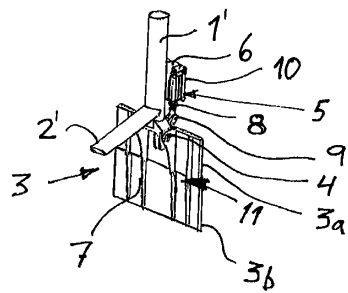
Фиг. 5



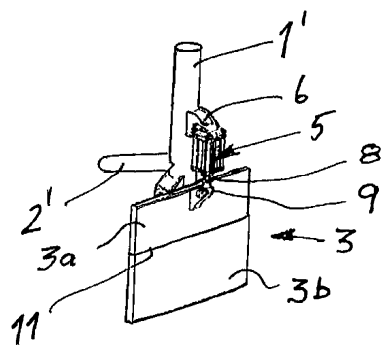
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

